

**Fail-safe switch device**

**Patent number:** DE3737791  
**Publication date:** 1989-04-13  
**Inventor:** GEHL WILFRIED (DE)  
**Applicant:** PEPPERL & FUCHS (DE)  
**Classification:**  
- international: **H01H47/00; H03K17/18; H03K17/95; H01H47/00; H03K17/18; H03K17/94; (IPC1-7): G05B23/02; H01H9/54; H02H7/122; H03K17/16; H03K17/18; H03K17/95**  
- european: H01H47/00C2; H03K17/18; H03K17/95B  
**Application number:** DE19873737791 19871106  
**Priority number(s):** DE19873737791 19871106; DE19873732440 19870925

**Report a data error here**

**Abstract of DE3737791**

The invention relates to a fail-safe switch device for a load circuit with monitoring device and at least two simultaneously but independently switchable switch elements which, in the case of fault-free operation, each exhibit their defined switching state. To achieve a simple and reliable switching concept, the invention takes the path of providing the switch elements to be monitored in a bridge circuit in which the monitoring device determines a change in the bridge balance and detects it as a fault.

---

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3737791 A1**

⑤ Int. Cl. 4:  
**G 05 B 23/02**

H 03 K 17/16  
H 03 K 17/18  
H 03 K 17/95  
H 02 H 7/122  
H 01 H 9/54

⑳ Aktenzeichen: P 37 37 791.4  
㉔ Anmeldetag: 6. 11. 87  
㉔ Offenlegungstag: 13. 4. 89

DE 3737791 A1

③① Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
25.09.87 DE 37 32 440.3

㉔ Anmelder:  
Pepperl & Fuchs GmbH & Co KG, 6800 Mannheim,  
DE

㉔ Vertreter:  
Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

㉔ Erfinder:  
Gehl, Wilfried, 6940 Weinheim, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Fehlersichere Schalteinrichtung**

Die Erfindung betrifft eine fehlersichere Schalteinrichtung für einen Lastkreis mit einer Überwachungseinrichtung und mit mindestens zwei gleichzeitig, aber unabhängig schaltbaren Schaltelementen, die bei fehlerfreiem Betrieb jeweils ihren definierten Schaltzustand aufweisen. Zur Erreichung eines einfachen und sicheren Schaltungskonzepts geht die Erfindung den Weg, die zu überwachenden Schaltelemente in einer Brückenschaltung vorzusehen, in der die Überwachungseinrichtung eine Veränderung des Brückenabgleichs feststellt und als Fehler detektiert.

DE 3737791 A1

## Patentansprüche

1. Zweifach-fehlersichere Schalteinrichtung für einen Lastkreis  
mit einer Überwachungseinrichtung, mit mindestens zwei im wesentlichen gleichzeitig, jedoch unabhängig voneinander steuerbaren Schaltelementen, die bei fehlerfreiem Betrieb jeweils einen definierten Schaltzustand, z. B. offen oder geschlossen, einnehmen und für das Schalten des Lastkreises vorgesehen sind,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die zwei Schaltelemente (1, 12; 15, 16) zusammen mit mindestens zwei weiteren Bauelementen (3, 4; 17, 18) eine Brückenschaltung (29) bilden,  
daß die Überwachungseinrichtung (5) die Brückenschaltung (29) auf eine Veränderung des Brückenabgleichs überwacht und in Abhängigkeit von der Arbeitsspannung (von 7) für die Last (6) betrieben wird, und  
daß bei einem vorliegenden Fehler an einem der Schaltelemente (1, 2; 15, 16) die Überwachungseinrichtung (5) das funktionsfähige Schaltelement (1 oder 2; 15 oder 16) in einen Zustand überführt oder in einem Zustand beläßt, der in Zuschalten der Last (6) verhindert.  
2. Schalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltelemente beliebige Bauelemente, z. B. mechanische Kontakte (1, 2), steuerbare Halbleiter (15, 16); Oszillatoren oder eine Kombination davon sind, die von einem hochohmigen in einen niederohmigen Zustand steuerbar sind.  
3. Schalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in der Überwachungseinrichtung (5) direkt oder indirekt mindestens eine Fotodiode (31, 32; 34) angesteuert wird.  
4. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Fotodiode (31, 32; 34) Bestandteil eines Optokopplers (23, 26) ist und daß das Ausgangssignal eines im Optokoppler (23, 26) angeordneten Fototransistors die Schaltelemente (15, 16) schaltet, insbesondere abschaltet.  
5. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der die Überwachungseinrichtung (5) mit Brückenschaltung (1, 2, 3, 4) aufweisende Überwachungskreis nicht ständig spannungsversorgt ist, sondern erst dann angeschaltet wird, wenn ein Einschaltbefehl für die zu überwachende Schaltelemente (1, 2; 15, 16) ansteht, daß das Einschalten der zu überwachenden Schaltelemente (1, 2; 15, 16) nach dem Anstehen des Einschaltbefehls verzögert erfolgt, und  
daß die Überwachungseinrichtung (5) beim Ansprechen das Einschalten der verzögert zugeschalteten Schaltelemente (1, 2; 15, 16) verhindert.  
6. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) in der als Überwachungspfad dienenden Brückendiagonale angeordnet ist.  
7. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Last (6) mit dem die Brückenschaltung aufweisenden Überwachungskreis in Reihe geschaltet ist.  
8. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Überwachungseinrichtung (5) eine Diode (8) oder

zwei antiparallel geschaltete Dioden (8, 9) vorgesehen sind.

9. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Last (6) parallel zur Überwachungseinrichtung (5) angeordnet ist.

10. Schalteinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe mit der Last (6) eine Diode (25) geschaltet ist, die bei eingeschalteter Überwachungseinrichtung (5) einen Reststrom durch die Last (6) verhindert.

11. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 und 8 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) ein Unterschreiten der Arbeitsspannung unter einem bestimmten Grenzwert detektiert.

12. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß im Überwachungspfad eine Gleichrichterbrücke (33) angeordnet ist und daß die Überwachungseinrichtung (5) im Gleichstrompfad dieser Gleichrichterbrücke (33) liegt.

13. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) mit einer Selbsthaltungseinrichtung ausgelegt ist, die nur durch ein besonderes Signal aktivierbar ist.

14. Schalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Last (6) in der Brückenschaltung (29) in Reihe zu einem Schaltelement (2) vorgesehen ist.

15. Schalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Ansprechen der Überwachungseinrichtung (5) im Vergleich zum Öffnen oder Schließen der Schaltelemente (1, 2) verzögert erfolgt.

16. Schalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem definierten Schaltzustand im fehlerfreien Betrieb, bei dem ein Schaltelement (1) geöffnet und das andere Schaltelement (2) geschlossen ist, die Last (6) parallel zum geschlossenen Schaltelement (2) vorgesehen ist.

17. Schalteinrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe zu dem Generator (7) für die Arbeitsspannung und zur Brückenschaltung (29) ein strombegrenzendes oder stromabschaltendes Element (40) vorgesehen ist.

18. Schalteinrichtung nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, daß auch beim Betrieb des Generators (7) als Wechselspannungsgenerator die Brückenschaltung (29) mit Gleichspannung betrieben wird.

19. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 18, dadurch gekennzeichnet, daß ein Steuerelement (44) in Reihe zur Überwachungseinrichtung (5) in der Brückendiagonale zur Blockierung des Schaltens mindestens eines Schaltelementes (1, 2) vorgesehen ist.

20. Schalteinrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Steuerelement (44) ein mit seiner Basis-Emitter-Strecke in der Brückendiagonale liegender Transistor (44) ist, über dessen Kollektor die Blockierung oder Freigabe, insbesondere des offenen Schaltelementes (1) erfolgt.

21. Verwendung einer Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 20, in einem elektronischen Schalter, insbesondere einem induktiven Näherungsschalter, zur Schaltung der Ausgangslast

dieses elektronischen Schalters.

### Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine zweifach fehlersichere Schalteinrichtung für einen Lastkreis gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Prinzipiell gesehen versteht man hierunter eine Schalteinrichtung zur Schaltung einer Last, in der die entsprechenden Schaltelemente im Hinblick auf ein fehlerhaftes Verhalten überwacht werden. Speziell ist die Überwachung darauf ausgerichtet, bei Auftreten eines beliebigen Fehlers oder von zwei beliebigen Fehlern, ein ungewolltes Einschalten der Last zu verhindern. Erst beim Auftreten von mindestens drei beliebigen Fehlern ist bei einer derartigen Schalteinrichtung ein ungewolltes Zuschalten der Last möglich. In diesem Sinne wird die Schalteinrichtung als zweifach fehlersichere Einrichtung bezeichnet, da allein beim Auftreten von mehr als zwei Fehlern die Last ungewollt geschaltet werden kann.

Schalteinrichtungen dieser Art sind bereits bekannt. So ist z. B. aus der DE-PS 24 00 723 eine Schalteinrichtung bekannt, die im sogen. Taktbetrieb arbeitet, d. h. die Bauelemente der Schalteinrichtung werden ständig über einen hochfrequenten Takt auf einwandfreie Funktion abgefragt. Bei Versagen eines dieser Bauelemente wird der Taktbetrieb sofort unterbrochen und die Last kann nicht mehr zugeschaltet werden oder wird abgeschaltet. Bei dieser gattungsgemäßen Schalteinrichtung kann es als Nachteil angesehen werden, daß der Laststrom von der Sekundärwicklung eines Übertragers abgeleitet wird. Dies bedeutet, daß man bei einem großen Leistungsbedarf an der Last den Übertrager relativ voluminös auslegen muß, so daß dieser in einem relativ kleinen Gehäuse nicht mehr angeordnet werden kann.

Eine andere zweifach fehlersichere Schaltung ist weiterhin aus der DE-OS 35 41 338 bekannt. Diese bekannte Schalteinrichtung stellt eine selbstüberwachende Relaischaltung dar, wobei es einerseits als nachteilig angesehen werden kann, daß die beiden Schaltelemente der Relais Umschaltkontakte benötigen, so daß eine höhere Störanfälligkeit besteht. Insbesondere werden aber im Fehlerfall die Last- und die Steuerspannung der Relais galvanisch verbunden, so daß hierdurch weitere Fehler induziert werden können, aber auch ungewollt im Relaiskreis hohe Spannungs- und Stromwerte auftreten können, die Sicherheitsprobleme aufwerfen.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Schalteinrichtung im Hinblick auf die Zweifach-Fehlersicherheit mit einem vom Grundprinzip her einfachen Überwachungskreis auszulegen, der für Wechselstrom und Gleichstrom geeignet ist und den unterschiedlichen Einsatzzwecken und Schaltelementen leicht angepaßt werden kann.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Ein grundlegender Gedanke der Erfindung kann darin gesehen werden, den Überwachungskreis, der die zu überwachenden und betätigbaren Schaltelemente sowie die Überwachungseinrichtung aufweist, als einfache Brückenschaltung auszulegen, in der die Überwachungseinrichtung eine Verstimmung bzw. Veränderung des Brückenabgleichs detektiert und davon ausgehend eine entsprechende Meldung bzw. Schaltung zur Einhaltung der zweifachen Fehlersicherheit veranlaßt.

Definitionsgemäß müssen dabei die beiden, die Last

schaltenden und unabhängig voneinander steuerbaren Schaltelemente, die gleichzeitig geschaltet werden, bei fehlerfreiem Betrieb stets einen definierten Schaltzustand haben. Dieser definierte Schaltzustand kann z. B. bedeuten, daß beide Schaltelemente geöffnet sind oder daß eines geöffnet und das andere Schaltelement geschlossen ist.

In einfachster Ausführungsform handelt es sich dementsprechend um zwei einpolige Schaltelemente, z. B. mechanische Kontakte. Die steuerbaren Schaltelemente können auch steuerbare Halbleiter, wie z. B. Transistoren oder Thyristoren oder auch Oszillatoren sein bzw. sogar als Kombination derartiger Schaltelemente ausgebildet sein, wobei es jedoch wesentlich ist, daß diese Bauelemente von einem hochohmigen in einen niederohmigen Zustand und umgekehrt steuerbar sind.

Eine weitere grundlegende Idee der Erfindung besteht darin, daß die Überwachungseinrichtung, die die Verstimmung der entsprechenden Brückenschaltung detektiert, von der Spannungs- bzw. Stromversorgung der Last mitversorgt wird, wobei dies üblicherweise durch entsprechende Spannungsteilung bzw. Stromteilung erfolgt, so daß nur eine relativ geringfügige Energieaufnahme durch die Überwachungseinrichtung vorhanden ist. Außerdem wird eine galvanische Kopplung zwischen der Lastspannung und der Steuerspannung für die Schaltelemente vermieden.

Sofern die Überwachungseinrichtung in der Brückenschaltung eine Veränderung des im fehlerfreien Zustand vorhandenen Brückenabgleichs feststellt, wird über ein entsprechendes Ausgangssignal der Überwachungseinrichtung die Schalteinrichtung direkt oder indirekt in einen entsprechenden Zustand versetzt, der die Zuschaltung der Last, also ein Versorgen der Last mit Arbeitspannung verhindert.

Das erfindungsgemäße Prinzip kann darin gesehen werden, in die entsprechende Brückenschaltung, die entweder in Serie zur zu schaltenden Last liegen kann oder die selbst die Last parallel zur Überwachungseinrichtung aufweist, oder in der die Last parallel zu einem der beiden Schaltelemente liegt, die zu überwachenden und zu schaltenden Schaltelemente in Reihe in einem Brückenkreis anzuordnen und diese diagonal gegenüberliegend in den zwei Brückenkreisen vorzusehen.

Die zusammen mit den zwei Schaltelementen in der Brückenschaltung weiterhin vorgesehenen Bauelemente können im einfachsten Fall zwei Widerstände, vorzugsweise hochohmige Widerstände, sein, wobei die Überwachungseinrichtung bei in Reihe liegenden oder diagonal gegenüberliegenden Schaltelementen zwischen den Verbindungspunkten der Schaltelemente und der Widerstände geschaltet werden kann und hiermit den Überwachungspfad bildet.

Die Überwachungseinrichtung selbst ist so ausgelegt, daß ein Defekt in der Überwachungseinrichtung ein Zuschalten der Last verhindert. Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Prinzips mit einer Brückenschaltung besteht darin, daß hierdurch sowohl eine gleichstrommäßige sowie wechselstrommäßig geschaltete Last überwacht werden kann. Zweckmäßigerweise ist eine Entkopplung zwischen dem Last- und Überwachungskreis einerseits und dem die Schaltelemente betätigenden, insbesondere diese mit einem fehlersicheren Signal ansteuernden Schaltkreis vorgesehen. Diese Entkopplung kann sowohl induktiv als auch optoelektronisch oder in einer Kombination dieser Funktionsweisen erfolgen.

In einer einfachen Ausführungsform weist aus diesem

Grund die Überwachungseinrichtung mindestens eine Fotodiode auf, deren Signal sowohl visuell aufnehmbar ist als auch opto-elektronisch z. B. im Rahmen eines Optokopplers eine Betätigung der Schaltelemente realisieren kann.

Ein Optokoppler in dieser Art könnte z. B. aus einer oder zwei antiparallel geschalteten Fotodioden in der Überwachungseinrichtung bestehen, die optisch z. B. einen Fototransistor in einem die Schaltelemente betätigenden elektronischen Schalter ansteuert. Hierdurch ist eine optimale Entkopplung zwischen dem Lastkreis und dem Steuerkreis der Schaltelemente realisiert.

Besonders vorteilhaft ist es, den Überwachungskreis, der die Überwachungseinrichtung mit der Brückenschaltung umfaßt, nicht ständig mit Spannung zu versorgen, sondern erst dann zuzuschalten, wenn ein Einschaltbefehl für die zu überwachenden Schaltelemente ansteht. Die zu überwachenden Schaltelemente werden in diesem Fall zweckmäßigerweise mit kurzer Verzögerungszeit nach dem Auftreten des Einschaltbefehls zugeschaltet. Hierdurch ist gewährleistet, daß die Überwachungseinrichtung zunächst auf Fehlerfreiheit prüfen kann. Im Falle eines detektierten Fehlers kann dementsprechend das Einschalten des oder der verzögert zugeschalteten Schaltelemente verhindert werden. Diese Funktionsweise ist auch gewährleistet, obwohl der Einschaltbefehl sozusagen ständig ansteht.

Das Grundprinzip der Erfindung ermöglicht es, die zu schaltende Last in Reihe mit der Brückenschaltung oder innerhalb der Brückenschaltung und zwar in der Brückendiagonale oder parallel zu einem Schaltelement vorzusehen. Die Überwachungseinrichtung kann entsprechend in der Brückendiagonale oder in einem Brücken-zweig angeordnet werden. Im letzteren Fall kann die Brückendiagonale kurzgeschlossen werden, wobei die Last dann nur in Reihe mit der Brückenschaltung oder parallel zu einem Schaltelement vorgesehen ist.

Liegt die Last parallel zur Überwachungseinrichtung in der Brückendiagonale, wird zweckmäßigerweise eine Diode in Reihe zur Last vorgesehen, so daß für den Fall der Fehlererkennung durch die Überwachungseinrichtung auch ein Reststrom durch die Last verhindert wird. Die Überwachungseinrichtung kann des weiteren neben der Fehlerfunktion im Hinblick auf die zu schaltenden Schaltelemente auch so ausgelegt sein, daß ein Unterschreiten der Arbeitsspannung für die Last unter einen bestimmten Grenzwert detektiert wird und auch hierdurch ein Abschaltvorgang ausgelöst werden kann. Gleiches gilt auch dafür, daß auch beim Erkennen einer Überlast die Schaltelemente durch die Überwachungseinrichtung initiiert abgeschaltet werden können.

Für den Fall einer Wechselstromversorgung der Last wird zweckmäßigerweise in der Brückendiagonale selbst eine Gleichrichterbrücke, z. B. mit vier Dioden, vorgesehen und die Überwachungseinrichtung in den Gleichstrompfad dieser Gleichrichterbrücke gelegt. Eine andere Möglichkeit besteht in der antiparallelen Anordnung von z. B. zwei Fotodioden.

In Hinblick auf die hohen Anforderungen an ein fehler-sicheres Schalten einer Last kann die Überwachungseinrichtung mit einer Selbstthalteeinrichtung ausgelegt werden, die nach dem Ansprechen bzw. dem Fehlererkennen durch die Überwachungseinrichtung in Funktion tritt. Die Aufhebung dieser Selbsthaltung sollte dabei nur über ein spezielles, die Überwachungseinrichtung ansteuerndes Signal erfolgen, so daß Fehlschaltungen vermieden werden können.

Bevorzugterweise eignet sich die Schalteinrichtung

zur Verwendung in einem elektronischen Schalter, speziell einem induktiven Näherungsschalter, in dem die Ausgangslast erst nach zweifach-fehlersicherer Prüfung geschaltet wird. Mit anderen Worten, ist ein bevorzugtes Anwendungsgebiet bei induktiven Näherungsschaltern zu sehen, über die die Ansteuerung der zu überwachenden Schaltelemente erfolgt.

Geeigneterweise kann bei der Verwendung einer Wechselfspannung als Arbeitsspannung für die Last die Überwachungseinrichtung als Übertrager ausgelegt sein, dessen Primärwicklung im Überwachungskreis liegt und dessen Sekundärwicklung bzw. -wicklungen zur Abschaltung der Schaltelemente benutzt wird bzw. werden.

Einzelheiten und verschiedene Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend anhand schematischer Schaltbeispiele noch näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein einfaches, prinzipielles Ausführungsbeispiel eines Überwachungskreises in Brückenschaltung mit dazu in Reihe geschalteter Last, wobei die zu schaltenden Schaltelemente in Reihe zueinander angeordnet sind;

Fig. 2 ein weiteres Beispiel einer Brückenschaltung in Reihe zur Last mit diagonal in den einzelnen Brückenzweigen angeordneten Schaltelementen;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Last parallel zur Überwachungseinrichtung liegt;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Schalteinrichtung mit parallel zur Überwachungseinrichtung in der Brückenschaltung liegender Last;

Fig. 5 und 6 jeweils eine abgewandelte Ausführungsform der Schalteinrichtung nach Fig. 1 mit anderen Schalt- und Bauelementen;

Fig. 7 ein erweitertes Ausführungsbeispiel entsprechend der Fig. 4 mit der Ansteuerung der zu überwachenden Schaltelemente über einen in einem elektronischen Schalter vorgesehenen Optokoppler;

Fig. 8 eine vereinfachte Darstellung der Überwachungseinrichtung gemäß dem Beispiel nach Fig. 1;

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform der Überwachungseinrichtung in einer Brückenschaltung nach Fig. 1;

Fig. 10 eine Ausführungsform für Gleichspannungsbetrieb, bei der die Last in Reihe mit der Brückenschaltung liegt, die Brückendiagonale kurzgeschlossen ist und die Überwachungsschaltung in einem Brücken-zweig angeordnet ist;

Fig. 11 ein zweites prinzipielles Ausführungsbeispiel mit unterschiedlichem Schaltzustand der Schaltelemente im fehlerfreien Betrieb, wobei die Last parallel zu einem Schaltelement liegt und

Fig. 12 eine Abänderung des Beispiels nach Fig. 11, mit der ein verzögertes Schalten der Schaltelemente erreichbar ist.

Das Grundprinzip der Erfindung ist in Fig. 1 dargestellt. Die Schalteinrichtung 30 weist einerseits eine Brückenschaltung 29 auf, die in Serie mit einer Last 6 geschaltet ist. Die Brückenschaltung 29 und die Last 9 werden zusammen von dem Generator 7 mit Spannung bzw. mit Strom versorgt.

In der Brückenschaltung 29 sind in einem Brücken-zweig die zu überwachenden und gleichzeitig betätigbaren Schaltelemente 1 und 2 vorgesehen. Im anderen Brücken-zweig liegen im Beispiel nach Fig. 1 zwei Widerstände 3 und 4, die zweckmäßigerweise hochohmig gewählt werden. Die Schaltelemente 1 und 2 sowie die Widerstände 3 und 4 bilden zusammen die Brückenschaltung 29, in deren Brücken-zweig bzw. zwischen den

Verbindungspunkten der Schaltelemente 1 und 2 und dem Verbindungspunkt der Widerstände 3 und 4 eine Überwachungseinrichtung 5 geschaltet ist.

Die Überwachungseinrichtung 5 hat dabei die Funktion, eine Verstimmung oder eine Veränderung des Brückenabgleichs festzustellen und ein entsprechendes Ausgangssignal an eine nachgeschaltete, hier nicht dargestellte Schaltung zu geben.

Der Generator 7 kann prinzipiell eine Gleichspannung oder eine Wechselspannung 7 erzeugen. Funktionell betrachtet sei zunächst angenommen, daß die Schaltelemente 1 und 2 fehlerfrei arbeiten, d. h. beide Schaltelemente sind entweder offen oder gleichzeitig geschlossen.

Im Falle, daß beide Schaltelemente 1 und 2 offen sind, fließt ein Reststrom über die hochohmigen Widerstände 3 und 4 zur Last. Über die Überwachungseinrichtung fällt keine Spannung ab, so daß funktionell der Brückenabgleich im Sinne von "fehlerfrei" bestätigt wird.

Für den Fall, daß beide Schaltelemente 1 und 2 geschlossen sind, wird die Last 6 über den kurzgeschlossenen Brückenast der Brückenschaltung 29 direkt an den Generator 7 gelegt. Auch in diesem Falle fällt keine Spannung über die Überwachungseinrichtung 5 ab.

Schaltungstechnisch wird vorausgesetzt, daß die Schaltelemente 1 und 2 unabhängig voneinander, von separaten Bauelementen angesteuert werden. Da als Fehler definiert ist, daß eines der Schaltelemente bei Betätigung einen anderen Schaltzustand als das andere Schaltelement einnimmt, wird z. B. der Fall betrachtet, daß das Schaltelement 1 geschlossen und das Schaltelement 2 offen ist. Für diesen Fall fließt über das geschlossene Schaltelement 1, die Überwachungseinrichtung 5 und den Widerstand 4 ein Strom zur Last 6. Dies bedeutet, daß die Überwachungseinrichtung 5 eine Veränderung des ursprünglichen Brückenabgleichs feststellt, so daß dies als "Fehler" detektiert wird. Die Weiterschaltung eines entsprechenden Ausgangssignals zur Überwachungseinrichtung 5 wird anhand des Beispiels nach Fig. 7 noch erläutert.

Mit anderen Worten wird beim Versagen eines der beiden Schaltelemente 1 oder 2 die Überwachungseinrichtung 5 mit Spannung versorgt, so daß als Reaktion darauf ein oder beide Schaltelemente 1, 2 abgeschaltet werden.

Prinzipiell gesehen kann die Brückenschaltung auch so ausgelegt sein, daß in der Phase des normalerweise bestehenden Brückenabgleichs als Indiz für die Fehlerfreiheit ein Ausgangssignal erzeugt wird, wohingegen bei einem Fehler ein Ausgangssignal eines unterschiedlichen Pegels vorhanden ist.

Im Beispiel nach Fig. 1 ist die zweifache Fehlersicherheit der Schalteinrichtung dadurch gegeben, daß beispielsweise sowohl die Überwachungseinrichtung 5 als auch eines der Schaltelemente 1 oder 2 versagen kann, ohne daß die Last an die Arbeitsspannung des Generators 7 geschaltet wird. Erst bei mindestens drei Fehlern würde die Last unzulässigerweise mit Spannung versorgt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist prinzipiell gesehen der Widerstand 4 mit dem Schaltelement 2 im Vergleich zu dem Beispiel nach Fig. 1 getauscht worden. Der eine Brückenast wird daher vom Schaltelement 1 in Serie mit dem Widerstand 4 und der zweite Brückenast vom Widerstand 3 in Serie mit dem Schaltelement 2 gebildet. Die Überwachungseinrichtung 5 liegt in der Brückendiagonale, so daß bei geöffneten Schaltelementen 1 und 2 ein Stromfluß über die Widerstände 3

und 4 zusammen mit der Überwachungseinrichtung 5 zur Last 6 erfolgt. Im Beispiel nach Fig. 2 sind des weiteren zwei Dioden 8 und 9 antiparallel zur Überwachungseinrichtung 5 geschaltet.

Im Gegensatz zum Beispiel nach Fig. 1 wird diesmal die Überwachungseinrichtung nur dann mit Spannung versorgt, wenn beide Schaltelemente den gleichen Zustand haben, d. h. es liegt eine umgekehrte Wirkungsrichtung wie nach Fig. 1 vor. Da in der Ausführungsform nach Fig. 2 der Laststrom durch die Überwachungseinrichtung 5 fließen muß, ist die Überwachungseinrichtung 5 zweckmäßigerweise niederohmig ausgebildet. Die antiparallel geschalteten Dioden 8 und 9 können zusätzlich vorgesehen werden und begrenzen dabei den Spannungsabfall über die Überwachungseinrichtung, so daß die maximale Spannung an der Überwachungseinrichtung 5 gleich der Schwellenspannung der Dioden 8 und 9 ist. Die antiparallele Schaltung ist im Hinblick auf eine Wechselspannung am Generator 7 vorgesehen. Bei Gleichspannung genügt auch eine entsprechend geschaltete Diode.

Im Beispiel nach Fig. 3 liegt die Last nicht mehr — wie in den Fig. 1 und 2 — in Serie zur Brückenschaltung 29, sondern ist parallel zur Überwachungseinrichtung 5 in die Brückenschaltung integriert worden. Die Wirkungsweise dieser Schaltung entspricht weitgehend der nach Fig. 2. Im Falle der Zuschaltung der Last, was im Regelfall einem geschlossenen Zustand der beiden Schaltelemente 1 und 2 entspricht, wird über die Überwachungseinrichtung die an der Last abfallende Spannung detektiert. Im Fehlerfall, z. B. bei geöffnetem Schaltelement 1 und geschlossenem Schaltelement 2, fällt hingegen die Betriebsspannung vom Generator 7 über den Brückenast mit dem Widerstand 3 und dem Schaltelement 2 ab, so daß die Überwachungseinrichtung 5 spannungslos wird. Mit dem Beispiel nach Fig. 3 kann auch ein Kurzschluß der Last 6 erkannt werden, nachdem bei einem derartigen Lastkurzschluß die Überwachungseinrichtung 5 nicht mehr mit Spannung versorgt wird.

Eine besondere Gestaltung der Überwachungseinrichtung 5 aus Fig. 3 ist in der Fig. 4 dargestellt. Die Last 6 liegt dabei in Reihe zu einer Diode 25, wobei dieser Pfad parallel zur Überwachungseinrichtung 5 in der Brückenschaltung vorgesehen ist. Im Beispiel nach Fig. 4 besteht die Überwachungseinrichtung 5 aus einem Transistor 10, dessen Emitter mit dem Widerstand 3 bzw. der Kathode der Diode 25 verbunden ist. Die Basis des Transistors 10 liegt über einen Widerstand 11 am Schaltelement 1 und am Widerstand 4. Weiterhin ist zur Überwachungseinrichtung 5 gehörend ein Transistor 12 vorgesehen, dessen Emitter am Verknüpfungspunkt zwischen dem Widerstand 4 und dem Schaltelement 1 liegt. Die Basis dieses Transistors 12 liegt in Serie zu einem Widerstand 13, der wiederum in Serie zur Kathode einer Zener-Diode 14 liegt. Die Anode der Zener-Diode 14 ist auf den Verknüpfungspunkt zwischen dem Widerstand 3 und dem Schaltelement 2 geführt. Die Kollektoren beider Transistoren 10 und 12 sind zusammengeführt und bilden einen ODER-Ausgang. Die Brückenschaltung 29 liegt weiterhin am Generator 7, der der Einfachheit wegen als Gleichstromgenerator angesehen wird.

Funktionell gesehen arbeitet diese Schalteinrichtung nach Fig. 4 folgendermaßen: Sofern die Schaltelemente 1 und 2 offen sind, ist der pnp-Transistor 10 über den Basiswiderstand 11 in Reihe liegend mit den Widerständen 3 und 4 aufgesteuert. Ist hingegen ein Schaltelement

1 oder 2 fehlerhaft geschlossen oder liegt ein Kurzschluß der Last 6 vor, ist der Transistor 10 gesperrt. In beiden Fällen wird ein Zuschalten der Last 6 verhindert. Beispielsweise kann dies dadurch realisiert werden, daß ein oder beide Schaltelemente 1, 2 mittels des ODER-Ausgangs so gesteuert werden, daß ein Zuschalten der Last nicht erfolgt.

Sind beide Schaltelemente 1 und 2 geschlossen, wird der Transistor 10 ebenfalls gesperrt, da an der Last 6 die volle Arbeitsspannung vom Generator 7, jedoch mit umgekehrter Polarität gegenüber der geringen Spannung bei offenen Kontakten anliegt. Gleichzeitig wird jedoch der Transistor 12 über seinen Basiswiderstand 13 und die in Reihe dazu geschaltete Zener-Diode 14 angesteuert. Der Transistor 12 übernimmt jetzt die Funktion des Transistors 10, in dem beispielsweise die beiden Kollektoren der Transistoren 10 und 12 im Sinne einer ODER-Verknüpfung zusammengeschaltet werden.

Die Zener-Diode 14 hat den Zweck, daß bei Unterschreiten der Spannung an der Last 6 unter einen bestimmten Grenzwert, z. B. bei Überlast, gegenüber der normalen Arbeitsspannung vom Generator 7, der selbstverständlich einen Innenwiderstand hat, der Transistor 12 gesperrt wird, wodurch dann eine Abschaltung der beiden Schaltelemente 1 und 2 erfolgt. Die Zener-Diode 14 ist entsprechend diesem Zweck und im Hinblick auf den Grenzwert dimensioniert.

Zur Vermeidung eines Taktbetriebes bei diesem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 kann die nicht dargestellte Abschalteneinrichtung, die von den Kollektoren der Transistoren 10 und 12 angesteuert wird, in eine Selbsthaltung gehen, die nur durch ein besonderes Signal aufgehoben werden kann.

In Reihe mit der Last ist im Beispiel nach Fig. 4 die Diode 25 vorgesehen, mit der ein Reststrom durch die Last 6 bei offenen Schaltelementen 1 und 2 verhindert wird. In diesem Beispiel kann der Transistor 10 einen Lastkurzschluß jedoch nicht feststellen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 entspricht der Prinzipschaltung nach Fig. 1, wobei jedoch anstelle der mechanischen Schaltelemente 1 und 2 steuerbare Halbleiter 15 und 16 in Form von Transistoren als Schaltelemente benutzt werden.

Die Schalteinrichtung nach Fig. 6 stellt sozusagen eine Ergänzung der Schaltung nach Fig. 5 dar, wobei in Reihe zum Widerstand 3 die Kollektor-Emitter-Strecke des Transistors 17 und in Reihe zum Widerstand 4 die Kollektor-Emitter-Strecke eines weiteren Transistors 18 geschaltet ist. Die Last 6 liegt hierbei in Serie zur Brückenschaltung 29. Dieses Beispiel nach Fig. 6 zielt darauf ab, einen über die Brückenschaltung fließenden Reststrom in der Last 6 zu vermeiden.

Funktionell gesehen werden die Schaltelemente 15 und 16 sowie die Transistoren 17 und 18 durch einen äußeren Befehl gleichzeitig angesteuert. Der Schaltbefehl für die Schaltelemente 15 und 16 wird jedoch verzögert durchgeschaltet. Zunächst werden also nur die beiden Transistoren 17 und 18 durchgeschaltet und es wird in analoger Weise wie der Wirkungsablauf beim Beispiel nach Fig. 1 sofort geprüft, ob beide Schaltelemente 15, 16 die gleiche Stellung — in diesem Fall geöffnete Stellung — haben. Ist dies der Fall, kann die Last 6 nach Ablauf der kurzen Verzögerungszeit durch Schalten der Schaltelemente 15 und 16 zugeschaltet werden.

Sofern dies nicht der Fall ist, wenn also ein Fehler eines der Schaltelemente 15 bzw. 16 vorliegt, wird die Ansteuerung der beiden Schaltelemente 15 und 16 abgeschaltet. Der Ansteuerbefehl für die Transistoren 17

und 18 bleibt jedoch solange anstehen, bis der externe Ansteuerbefehl wieder weggenommen wird. Die Schalteinrichtung nach Fig. 6 arbeitet auch dann in der gewünschten Weise, wenn nur einer der beiden Transistoren 17 oder 18 angeordnet wird.

In Fig. 7 ist beispielhaft dargestellt, wie ein fehlersicherer elektronischer Schalter 19 in Verbindung mit einer erfindungsgemäßen Schalteinrichtung 30 arbeitet. Der elektronische Schalter 19 entspricht im Prinzip in seinem Aufbau dem Schalter nach der DE-PS 24 00 723. Im Beispiel nach Fig. 7 steuern die Sekundärwicklungen 21 und 22 eines Ausgangsübertragers 20 des elektronischen Schalters 19 die beiden Schaltelemente 15 und 16. Detaillierter betrachtet, liegt daher nach Fig. 7 eine Brückenschaltung 29 entsprechend der Fig. 5 vor. Der als Schaltelement 15 verwendete PNP-Transistor liegt mit seiner Basis an der Anode einer Diode 28, die kathodenseitig über einen Widerstand 27 an die Sekundärwicklung 22 gelegt ist. Die Sekundärwicklung 22 liegt mit dem anderen Anschlußpunkt am Emitter des Transistors 15.

Das Schaltelement 16 ist als NPN-Transistor ausgelegt, dessen Emitter gegen die Last 6 und gegen einen Anschlußpunkt der Sekundärwicklung 21 liegt. Der andere Anschlußpunkt der Sekundärwicklung 21 ist über einen Widerstand 27 auf die Anode einer Diode 28 geführt, deren Kathode an der Basis des Transistors 16 liegt.

Sofern ein Versagen eines der Schaltelemente 15 oder 16 vorliegt, steuert die Überwachungseinrichtung 5 einen Fototransistor 23 im elektronischen Schalter 19 an und schließt die Primärwicklung 20 des Übertragers kurz. Dadurch wird der Schaltbefehl für die beiden Schaltelemente 15 und 16 aufgehoben. Im Beispiel nach Fig. 7 wird der elektronische Schalter 19 über eine separate Versorgungsspannung 24 versorgt. Hiervon kann jedoch abgesehen werden, so daß die Arbeitsspannung des Generators 7 auch zur Spannungsversorgung des elektronischen Schalters 19 herangezogen wird.

Das Beispiel nach Fig. 8 entspricht im wesentlichen dem Beispiel nach Fig. 1, wobei jedoch die Überwachungseinrichtung 5 antiparallel geschaltete Fotodioden 31 und 32 aufweist. Diese Fotodioden 31 und 32 können entweder direkt oder indirekt über Verstärkerelemente beim Ansprechen der Überwachungseinrichtung, also bei einer Fehlererkennung, angesteuert werden. Die entsprechende Fotodiode 31 bzw. 32 kann dann, wie im Beispiel nach Fig. 7, einen Fototransistor ansteuern. Das Ausgangssignal des Fototransistors kann dann dazu benutzt werden, die Schaltelemente 1 bzw. 2 entsprechend anzusteuern und insbesondere abzuschalten. Je nachdem welche Fotodiode 31 oder 32 anspricht, kann bei Gleichspannungsbetrieb zusätzlich festgestellt werden, welches der beiden Schaltelemente 1 oder 2 fehlerhaft ist.

Im Hinblick auf vorzugsweise einen Wechselspannungsbetrieb ist das Beispiel nach Fig. 9 geeignet. Um eine unterschiedliche Polaritätsansteuerung der Überwachungseinrichtung 5 zu vermeiden, ist die Einschaltung eines Brückengleichrichters 33 in den Überwachungszweig zweckmäßig. Dieser Brückengleichrichter 33 besteht in bekannter Weise aus vier gegeneinander geschalteten Dioden. Zwischen den Anschlußpunkten 35 und 36 des Brückengleichrichters 33 ist dann z. B. eine Fotodiode 34 als Kern der eigentlichen Überwachungseinrichtung vorgesehen. Diese Fotodiode 34 wird daher im Gleichstrombetrieb betrieben.

Im Beispiel nach Fig. 10, das in seinem prinzipiellen

Aufbau der Fig. 5 entspricht und vorzugsweise für Betrieb mit Gleichspannung vorgesehen ist, ist die Überwachungseinrichtung 5, die beispielhaft aus den beiden in Reihe geschalteten Fotodioden 37, 38 besteht, in einen Brückenarm, und zwar zwischen und in Reihe zu den beiden Widerständen 3, 4 geschaltet. Die Brückendiagonale 39, d. h. der Verbindungspunkt zwischen den Schaltelementen 15, 16 und zwischen den beiden Fotodioden 37, 38 ist kurzgeschlossen. Die Wirkungsweise ist folgende: Sind beide Schaltelemente 15, 16 offen, sind beide Fotodioden 37, 38 von Strom durchflossen. Sind beide Schaltelemente 15, 16 durchgeschaltet, ist keine der beiden Fotodioden 37, 38 von Strom durchflossen. Ist ein Schaltelement fehlerhaft, d. h. ein Schaltelement offen und das andere Schaltelement durchgeschaltet, wird jeweils nur eine Fotodiode von Strom durchflossen. Dieser Zustand wird als Fehler detektiert und als Reaktion darauf ein oder beide Schaltelemente 15, 16 abgeschaltet. Die Fotodioden 37, 38 können auch durch andere Bauelemente, z. B. Transistoren, ersetzt werden bzw. kann die Überwachungseinrichtung 5 aus einer Kombination von Transistoren und Fotodioden bestehen.

In einer anderen — nicht dargestellten — Ausführungsform kann es im Hinblick auf einen Wechselspannungsbetrieb zweckmäßig sein, die Überwachungseinrichtung prinzipiell als einen Übertrager auszubilden. Hierbei würde die Primärwicklung des Übertragers im Überwachungszweig liegen und dessen Sekundärwicklung(en) zur Abschaltung der entsprechenden Schaltelemente herangezogen werden.

Da in der Praxis, insbesondere wenn es sich bei den Schaltelementen 1 und 2 um mechanische Schaltelemente handelt, ein exakt gleichzeitiges Schließen oder Öffnen der Schaltelemente nicht immer gewährleistet ist, wird zweckmäßigerweise das Ansprechen der Überwachungseinrichtung oder die Weiterschaltung des Befehls verzögert, um ein ungewolltes Ansprechen der Überwachungseinrichtung oder eine ungewollte Befehlsabgabe zu vermeiden. Die Verzögerungszeit wird so gewählt, daß sie nur geringfügig höher ist als die eventuelle Differenz beim Schließen bzw. Öffnen der Schaltelemente 1 und 2. Zur Realisierung einer Verzögerung könnte man z. B. in Fig. 5 parallel zur Überwachungseinrichtung 5 einen entsprechend dimensionierten Kondensator vorsehen.

Bei Verwendung von Widerständen 3 und 4 in der Brückenschaltung sind diese zweckmäßigerweise gegenüber dem zulässigen Lastwiderstand 6 hochohmig ausgebildet. Dies hat den Vorteil, daß die Verlustleistung gering gehalten wird und im Falle keiner besonderen Maßnahme zur Vermeidung eines Reststroms in der Last 6 der Reststrom durch die Last 6 gering ist. Wie vorausgehend aufgezeigt, können auch anstelle der Widerstände 3 und 4 andere geeignete Bauelemente, z. B. Kondensatoren, Drosseln, Halbleiter, Halbleiter-Kombinationen z. B. in Form von Stromkonstanten, verwendet werden.

In den Fig. 1 bis 10 ist das erste Grundprinzip der Erfindung in der Form dargestellt, daß die Schaltelemente 1 und 2 gleichsinnig arbeiten. Beide Schaltelemente sind im fehlerfreien Betrieb der Schalteinrichtung entweder gleichzeitig geöffnet oder gleichzeitig geschlossen.

Ein weiteres Grundprinzip der Schalteinrichtung gemäß der Erfindung ist in Fig. 11 dargestellt. Im Gegensatz zu den Beispielen nach den Fig. 1 bis 10 arbeiten die Schaltelemente 1, 2 gegensinnig, d. h. im fehlerfreien

Betrieb ist jeweils ein Schaltelement, z. B. 1, offen und das andere Schaltelement, z. B. 2, geschlossen. Die Last 6 wird dabei parallel zu dem Schaltelement geschaltet, das im Zustand, in dem die Last 6 abgeschaltet oder kurzgeschlossen ist, geschlossen ist. Die Schalteinrichtung 30 bzw. die Brückenschaltung 29 ist direkt an die Generatorspannung 7 angeschlossen.

Die Wirkungsweise der Schalteinrichtung nach Fig. 11 ist folgende. Ist im an sich abgeschalteten Zustand der Last 6 das Schaltelement 1 offen und das Schaltelement 2 geschlossen, kann durch die Last 6 kein Strom fließen. Über das Brückenelement 3 und das Schaltelement 2 fließt in diesem Zustand in die Überwachungseinrichtung 5, die in der Brückendiagonale angeordnet ist, Strom aus dem Generator 7. Damit detektiert die Überwachungseinrichtung 5, — die beispielsweise ausgebildet ist wie in Fig. 5 dargestellt —, daß das Schaltelement 2 geschlossen ist und somit kein Fehler an diesem Schaltelement 2 vorliegt.

Zum Zuschalten der Last 6 wird das Schaltelement 1 geschlossen und gleichzeitig das Schaltelement 2 geöffnet. Die Last 6 wird nunmehr direkt über das Schaltelement 1 an die Generatorspannung 7 geschaltet. Die Überwachungseinrichtung 5 wird weiterhin über das Schaltelement 1 und das Brückenelement 4 mit Strom versorgt, so daß der ordnungsgemäße Zustand detektiert werden kann.

Wird durch einen Fehler z. B. das Schaltelement 2 bei an sich abgeschalteter Last 6 (Fig. 11) geöffnet, so fließt durch die Überwachungseinrichtung 5 ein geringerer Strom, der abhängig ist von der Größe des Widerstandes der Last 6. Die Überwachungseinrichtung 5 detektiert diese Abweichung und führt den ihr zugeordneten Befehl aus. Durch Einschalten einer Diode 41 in die Verbindungsleitung zwischen den Schaltelementen 1 und 2 in der Form, daß die Last 6 parallel zur Reihenschaltung von Diode 41 und Schaltelement 2 und an der Anode der Diode 41 liegt, kann das Verhalten der Schalteinrichtung verbessert werden. Im vorher angenommenen Fehlerfall wird nunmehr die Überwachungseinrichtung 5 nicht mehr mit Strom versorgt und durch die Last 6 fließt auch im Fehlerfall kein Reststrom.

Wird das Schaltelement 1 fehlerhaft geschlossen, ohne daß das Schaltelement 2 öffnet, so fließt durch die Last 6 kein Strom, da die Arbeitsspannung vom Generator 7 über die beiden Schaltelemente 1 und 2 kurzgeschlossen ist. Die Überwachungseinrichtung 5 wird in diesem Zustand ebenfalls nicht mit Strom versorgt und detektiert den Fehler.

Um zu verhindern, daß in diesem Fehlerfall der mögliche Kurzschlußstrom des Generators 7 dauernd durch die Schaltelemente fließt, wird zweckmäßigerweise in Reihe mit dem Generator 7 ein strombegrenzendes oder stromabschaltendes Element 40 vorgesehen. Dieses Element 40 kann dabei beispielsweise eine Sicherung, ein Widerstand, ein temperaturabhängiger Widerstand, vorzugsweise ein Kaltleiter, oder eine elektronische Strombegrenzungsschaltung sein, die innerhalb oder außerhalb der Schalteinrichtung 30 angeordnet sein kann.

Das gemäß Fig. 11 realisierte zweite Grundprinzip der Erfindung bietet mehrere Vorteile. Einerseits fließt durch die Last im Fehlerfall kein Reststrom. Andererseits fließt der Laststrom nur durch ein Schaltelement. Des weiteren ist die Last im abgeschalteten Zustand kurzgeschlossen, was eine erhöhte Sicherheit gegen eventuell eingestreute Spannungen in die Lastzuleitungen bedeutet. Ein weiterer Vorteil kann darin gesehen



werden, daß die Last im Prinzip jedem der beiden Schaltelemente parallel geschaltet werden kann, was eine Umkehr der Wirkungsrichtung mit sich bringt, ohne daß ein Eingriff in die Schalteinrichtung vorgenommen werden muß.

Selbstverständlich ist es auch möglich, bei dem Schaltungsprinzip nach Fig. 11 die Brückendiagonale kurzzuschließen und dann die Überwachungseinrichtung 5 bei entsprechender Ausbildung parallel zu einem Brückenelement 3 oder 4 zu schalten.

Ein weiteres Ausführungsbeispiel des zweiten Grundprinzips der Erfindung nach Fig. 11 ist in Fig. 12 dargestellt. Durch eine Diode 42, die in Reihe mit der Schalteinrichtung 30 liegt, und einen zweckmäßigerweise parallel zur Schalteinrichtung 30 vorgesehenen Kondensator 43 wird erreicht, daß die Schalteinrichtung 30 bzw. die Brückenschaltung 29 nur mit Gleichspannung betrieben wird, auch wenn die Spannung am Generator 7 eine Wechselspannung ist. Dabei fließt durch die Last 6 im angeschalteten Zustand jedoch der Wechselstrom. Mit einem npn-Transistor 44, dessen Basis-Emitter-Strecke in Reihe mit der Überwachungseinrichtung 5 in die Brückendiagonale eingeschaltet ist, kann folgende Wirkung erreicht werden.

Im abgeschalteten Zustand der Last 6 ist der Transistor 44 aufgesteuert, da ein Basisstrom fließt. Der Kollektor des Transistors 44 ist so geschaltet, daß hierüber in diesem Zustand ein Schließen des Schaltelementes 1 verhindert wird. Wird nunmehr an die beiden Schaltelemente 1 und 2 der Befehl gegeben, die Last 6 einzuschalten, — wofür das Schaltelement 2 geöffnet und 1 geschlossen werden muß —, so kann dieser Befehl zunächst nur vom Schaltelement 2 ausgeführt werden. Sobald das Schaltelement 2 geöffnet hat, wird die Basis des Transistors 44 stromlos und der Transistor 44 hebt den Sperrbefehl für das Schaltelement 1 auf. Damit in dieser kurzen Übergangszeit die Überwachungseinrichtung 5 nicht wirksam werden kann, wird zweckmäßigerweise das Ansprechen der Überwachungseinrichtung 5 etwas verzögert. Der Vorteil dieser Anordnung liegt darin, daß auch in der kurzen Übergangszeit — bei nicht gleichzeitigem Arbeiten der Schaltelemente 1 und 2 — die Spannung des Generators 7 nicht kurzgeschlossen wird.

Als eine weitere Alternative kann z. B. die Ausführungsform nach Fig. 2 so abgeändert werden, daß die Last 6 anstelle in Serie zur Brückenschaltung 29 direkt in einen Brückenweig, z. B. zwischen das Schaltelement 2 und den Generator gelegt wird. Hiermit vermeidet man zweckmäßigerweise einen Reststrom durch die Last 6 im Fehlerfall.

55

60

65

- Leerseite -

3737791

Nummer:  
Int. Cl.4:  
Anmeldetag:  
Offenlegungstag:

37 37 791  
G 05 B 23/02  
6. November 1987  
13. April 1989

FIG.2

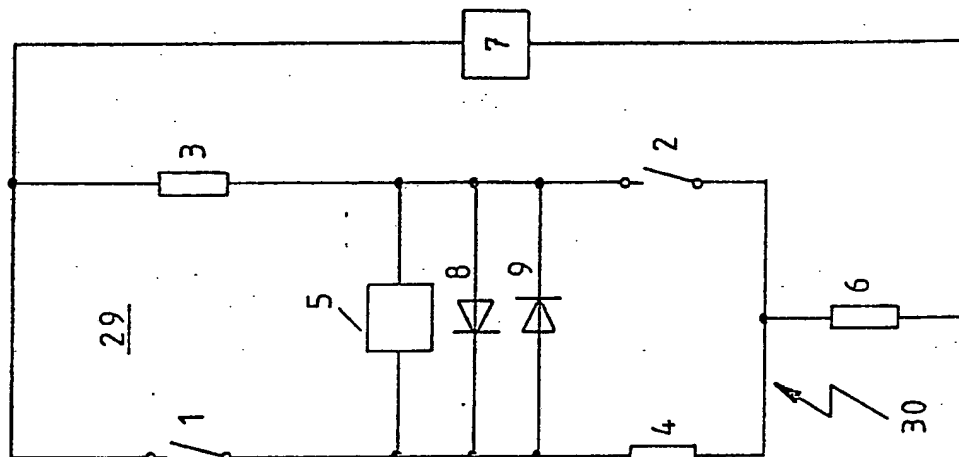


FIG.1

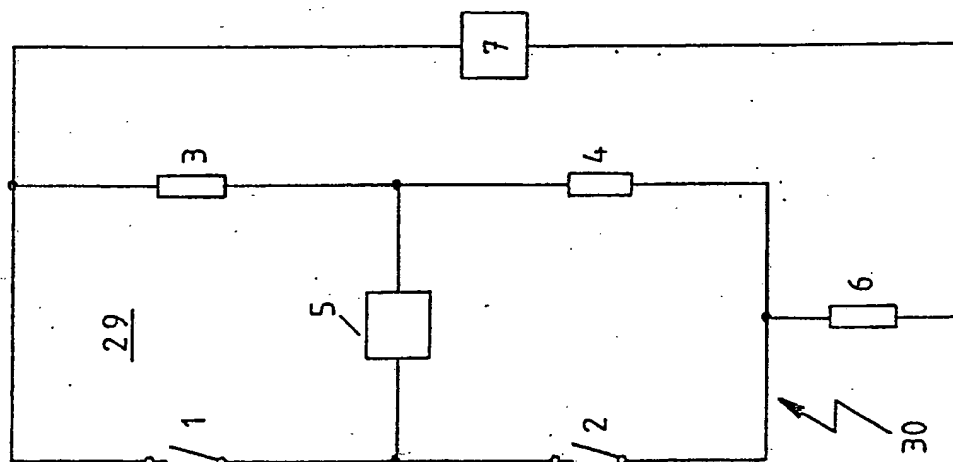


FIG. 4

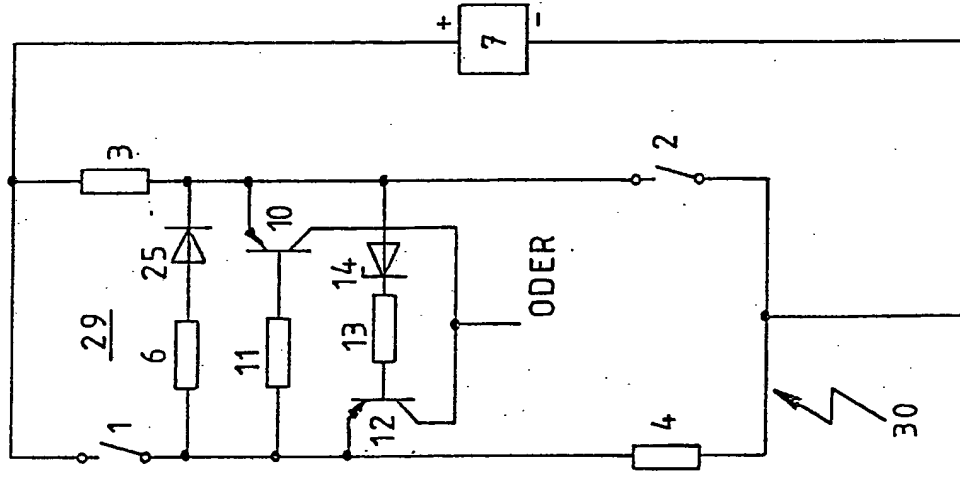


FIG. 3

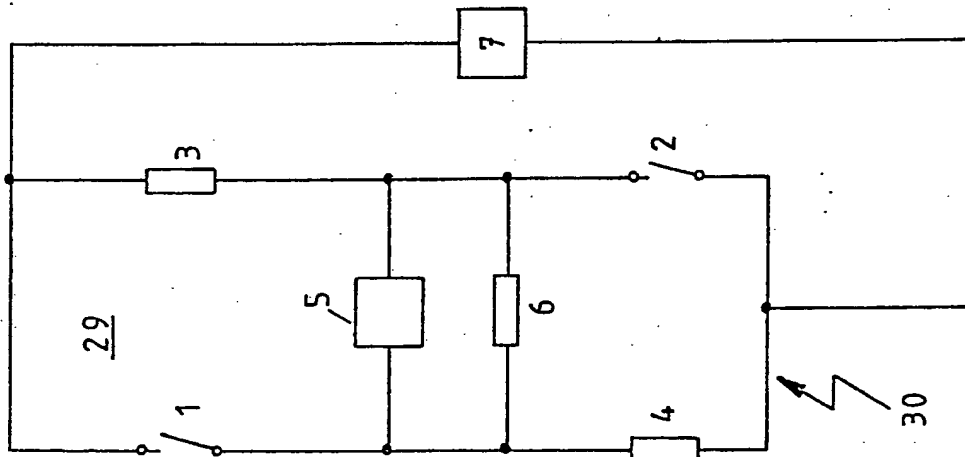


FIG. 6

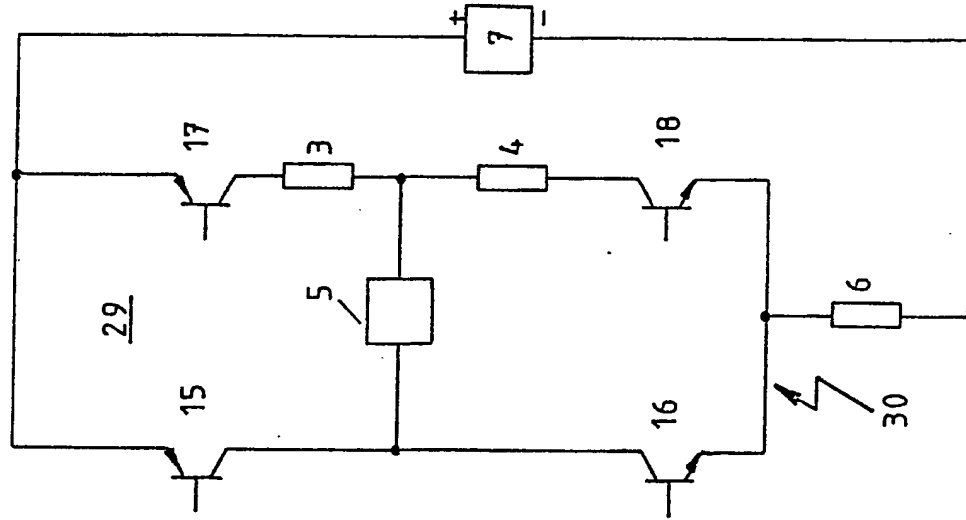
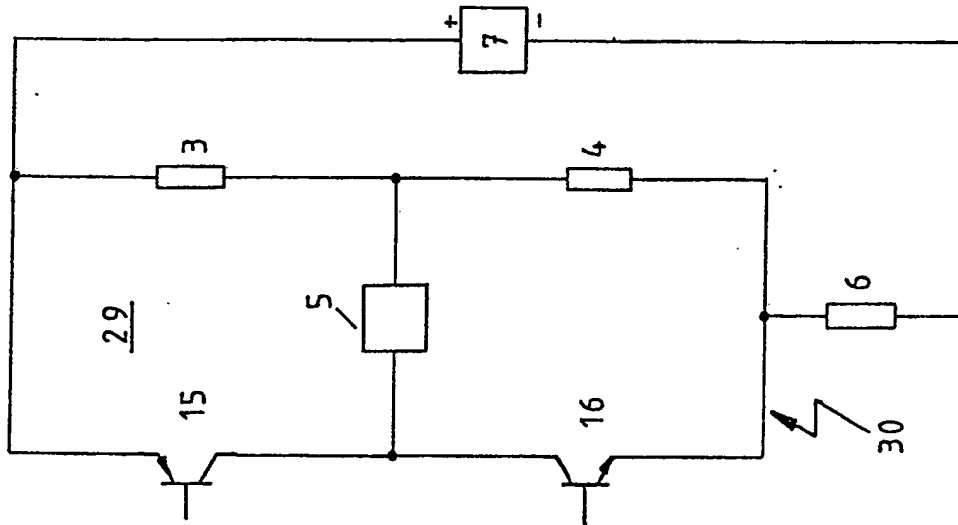


FIG. 5



ORIGINAL INSPECTED

FIG. 7

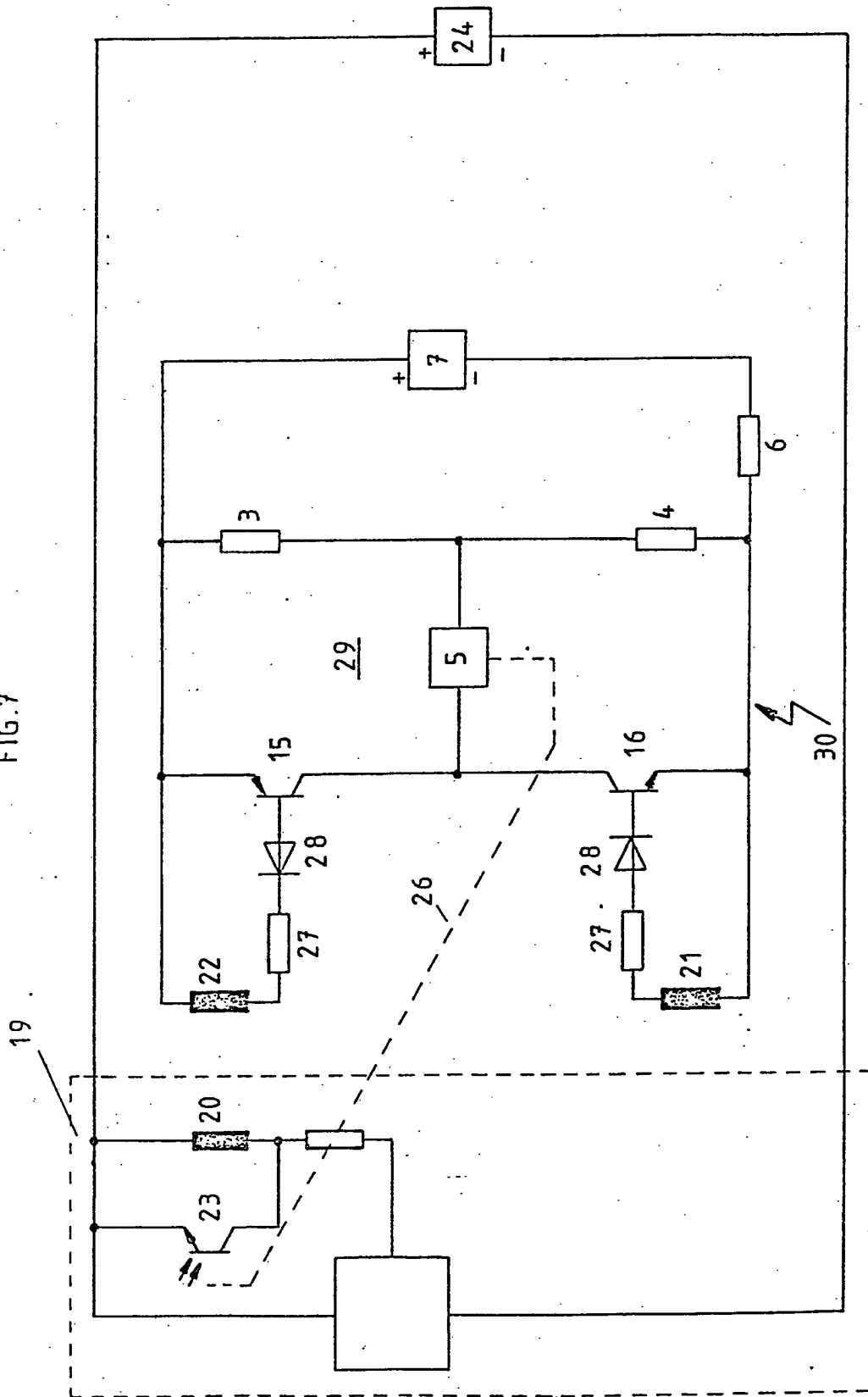


FIG. 8

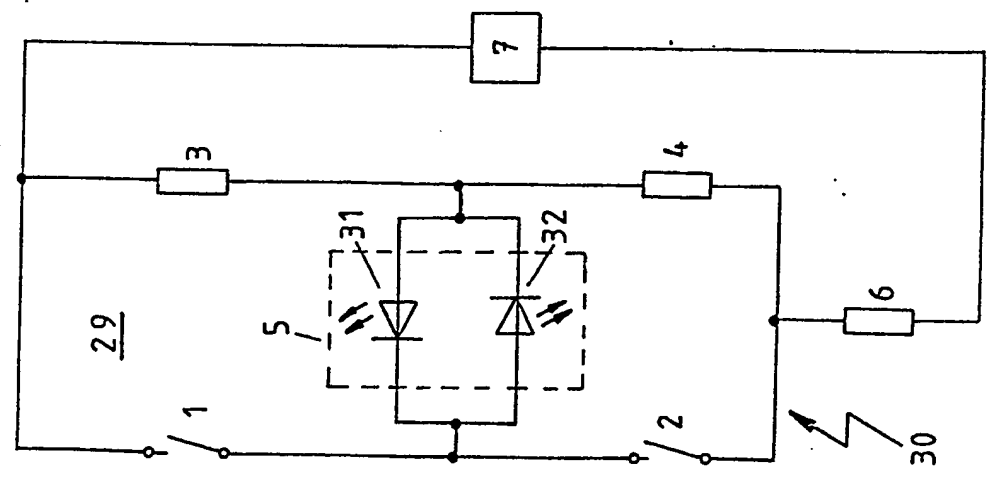
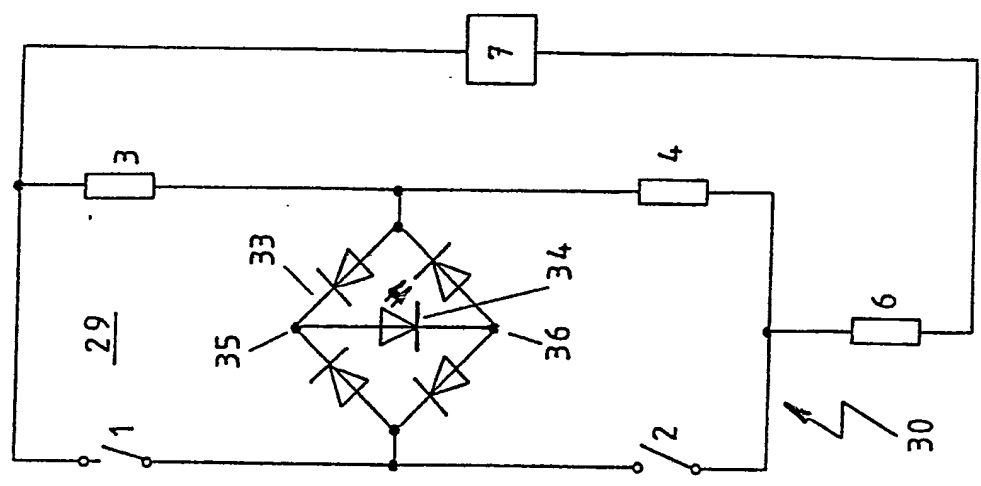


FIG. 9



3737791

FIG. 22: 11

32

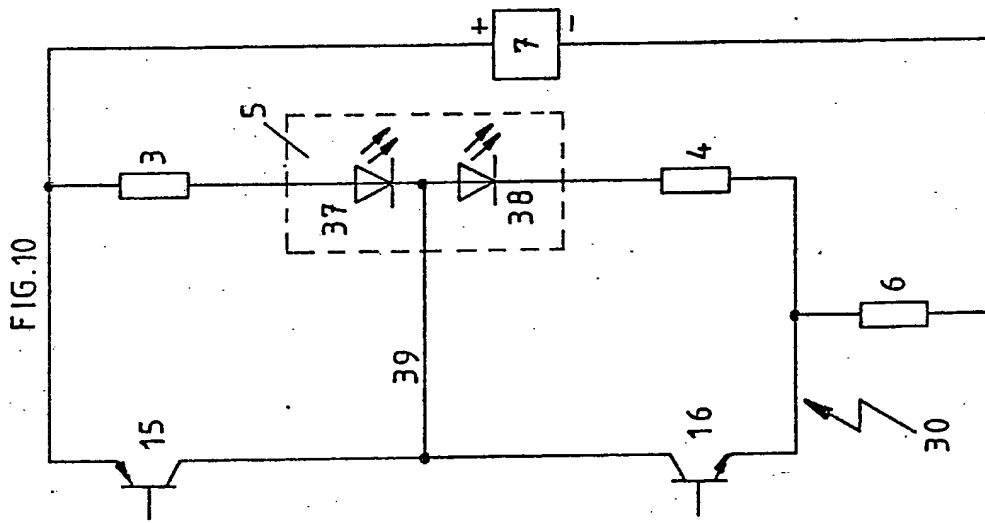




Fig. 12

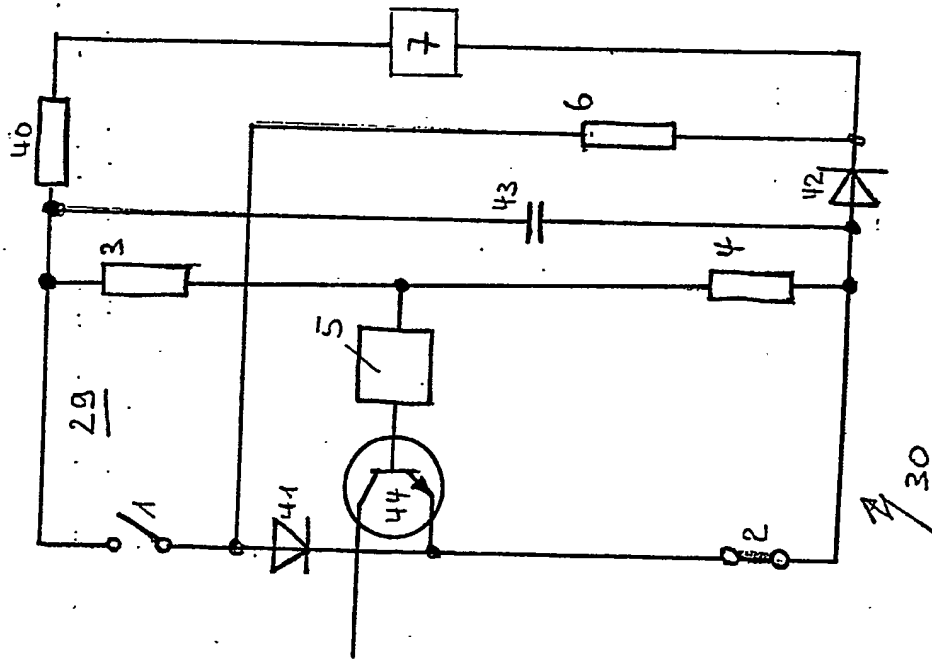
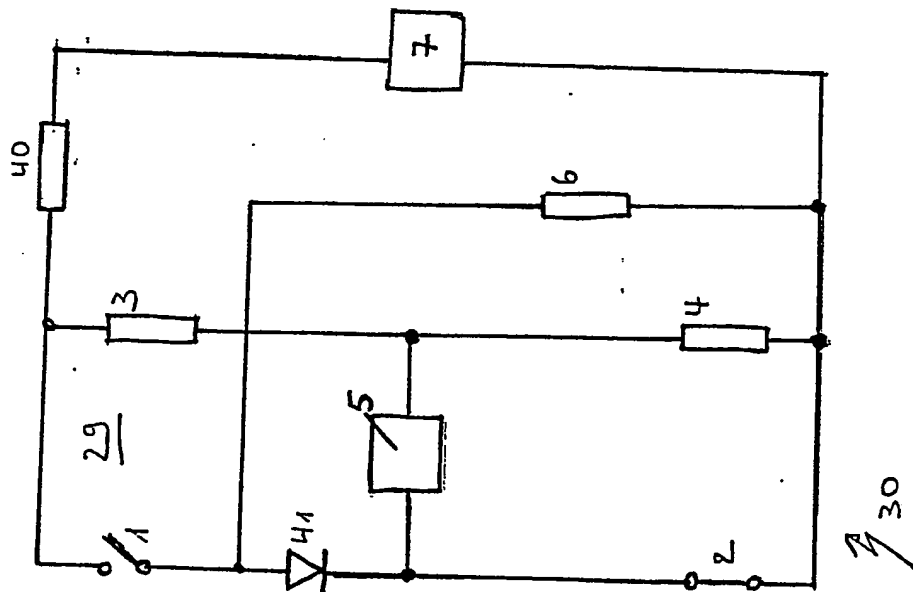


Fig. 11



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3737791 C2

⑲ Aktenzeichen: P 37 37 791.4-32  
⑳ Anmeldetag: 6. 11. 87  
㉑ Offenlegungstag: 13. 4. 89  
㉒ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 28. 6. 90

⑤ int. Cl. 5:  
G05B 23/02

H 03 K 17/16  
H 03 K 17/18  
H 03 K 17/95  
H 02 H 7/122  
H 01 H 9/54

DE 3737791 C2

Innerhalb von 4 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

③ Innere Priorität: ③② ③③ ③①  
25.09.87 DE 37 32 440.3

⑦ Patentinhaber:  
Pepperl & Fuchs GmbH & Co KG, 6800 Mannheim,  
DE

⑦④ Vertreter:  
Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.  
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 8000 München

⑥② Teil in: P 37 44 873.0

⑦② Erfinder:  
Gehl, Wilfried, 6940 Weinheim, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 24 00 723 C3  
DE 35 41 338 A1  
DE 32 19 375 A1

⑤④ Schalteinrichtung

DE 3737791 C2

FIG. 2

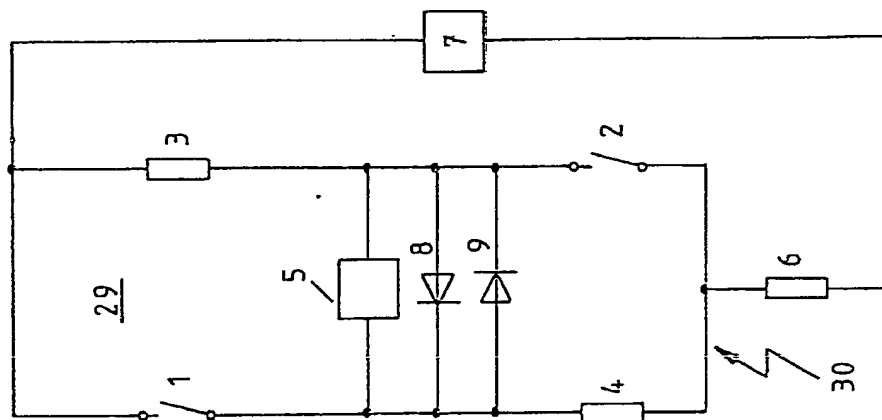
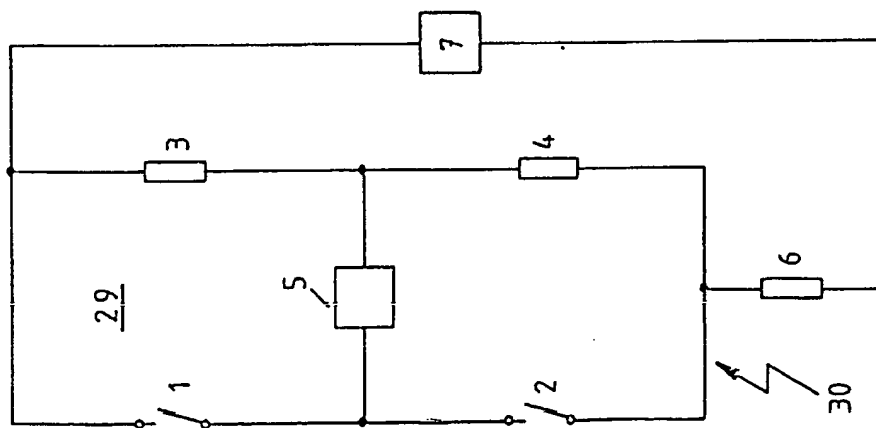


FIG. 1



## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Schalteinrichtung für das Schalten einer Last in einem Lastkreis gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige gattungsgemäße Schalteinrichtung ist aus der DE-OS 35 41 338 bekannt. Diese bekannte Schalteinrichtung stellt eine selbstüberwachende Relaischaltung dar, die sozusagen "fehlersicher" ist, da bei einem ersten, zweiten oder nachfolgenden Fehler eine Stellung eingenommen wird, die eine Zuschaltung der Last verhindert. Bei dieser bekannten Schalteinrichtung wird es jedoch als nachteilig angesehen, daß die beiden Relais Umschaltkontakte benötigen, so daß eine höhere Störanfälligkeit gegeben ist. Insbesondere aber werden im Fehlerfall die Last- und die Steuerspannung der Relais galvanisch verbunden, wodurch weitere Fehler induziert werden können, aber auch ungewollt im Relaiskreis hohe Spannungs- und Stromwerte auftreten können, die Sicherheitsprobleme hervorrufen.

Eine andere Schalteinrichtung, in der die Schaltelemente im Hinblick auf ein fehlerhaftes Verhalten überwacht werden, ist in der DE-PS 24 00 723 beschrieben. Diese letztgenannte Schalteinrichtung arbeitet im sogenannten Taktbetrieb, d. h. die Bauelemente der Schalteinrichtung werden ständig über einen hochfrequenten Takt auf einwandfreie Funktion abgefragt. Bei Versagen eines dieser Bauelemente wird der Taktbetrieb sofort unterbrochen und die Last kann nicht mehr zugeschaltet werden oder wird abgeschaltet. Bei dieser letztgenannten Schalteinrichtung kann es als nachteilig angesehen werden, daß der Laststrom von der Sekundärwicklung eines Übertragers abgeleitet wird. Dies bedeutet bei einem großen Leistungsbedarf an der Last, den Übertrager relativ voluminös auslegen zu müssen, so daß dieser in einem relativ kleinen Gehäuse nicht mehr angeordnet werden kann.

Im Hinblick auf derartige Schalteinrichtungen ist auch die Richtlinie VDE 0660/Teil 209 zu beachten. In dieser Richtlinie wird unter der Bezeichnung "Anforderungen im Fehlerfall" definiert, daß die sichere Funktion der Schalteinrichtung auch beim Auftreten eines weiteren (zweiten) Fehlers aufrechterhalten bleiben muß. Entsprechend dieser Richtlinie ist jedoch die Fehlerbeurteilung nach dem zweiten Fehler abzurechnen.

Insgesamt gesehen ist man daher bemüht, Schalteinrichtungen zu konzipieren, in denen die Bauelemente auf fehlerhaftes Verhalten hin überwacht werden. Speziell ist die Überwachung darauf gerichtet, bei Auftreten eines beliebigen Fehlers oder von zwei beliebigen Fehlern, ein ungewolltes Einschalten einer Last zu verhindern. Erst beim Auftreten von mindestens drei beliebigen Fehlern kann dementsprechend bei einer derartigen Schalteinrichtung ein ungewolltes Zuschalten der Last möglich sein. Aus diesem Grund bezeichnet man Schalteinrichtungen dieser Art als "zweifach-fehlersichere" Schalteinrichtungen, da in derartigen Fällen allein beim Auftreten von mehr als zwei Fehlern in einem Lastkreis die Last ungewollt geschaltet werden kann. Im Hinblick auf den Begriff "zweifach-fehlersicher" geht man dazu über, derartige Schalteinrichtungen als "mit einem vorbestimmten Fehlerverhalten" zu bezeichnen, was beinhaltet, daß auch beim Auftreten von zwei Fehlern Sicherheit gegen ein Zuschalten der Last besteht.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung daher die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße Schalteinrichtung mit einem vom Grundprinzip her einfachen Überwachungskreis so ausulegen, daß

dieser für Wechselstrom und Gleichstrom geeignet ist und den unterschiedlichen Einsatzzwecken und Schaltelementen leicht angepaßt werden kann, wobei eine Zweifach-Fehlersicherheit gegeben sein soll.

5 Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Schalteinrichtung nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Anspruchs 1 gelöst.

Ein grundlegender Gedanke der Erfindung kann: darin gesehen werden, den Überwachungskreis, der die zu überwachenden, betätigbaren Schaltelemente sowie die Überwachungseinrichtung aufweist, als einfache Brückenschaltung auszulegen, in der die Überwachungseinrichtung eine Verstimmung bzw. Veränderung des Brückenabgleichs detektiert und, davon ausgehend, eine entsprechende Meldung bzw. Schaltung zur Einhaltung der zweifachen Fehlersicherheit veranlaßt.

Definitionsgemäß müssen dabei die beiden, die Last schaltenden und von einem Schaltbefehl steuerbaren Schaltelemente, die etwa gleichzeitig geschaltet werden, bei fehlerfreiem Betrieb stets einen definierten Schaltzustand haben. Dieser definierte Schaltzustand kann z. B. bedeuten, daß beide Schaltelemente geöffnet sind oder daß das eine Schaltelement geöffnet und das andere Schaltelement geschlossen ist.

In einfachster Ausführungsform handelt es sich dementsprechend um zwei einpolige Schaltelemente, z. B. mechanische Kontakte. Die steuerbaren Schaltelemente können auch steuerbare Halbleiter, wie z. B. Transistoren oder Thyristoren oder auch Oszillatoren sein bzw. sogar als Kombination derartiger Schaltelemente ausgebildet sein, wobei es jedoch wesentlich ist, daß diese Bauelemente von einem hochohmigen in einen niederohmigen Zustand und umgekehrt steuerbar sind.

Ein weiterer wesentlicher Gedanke der Erfindung besteht darin, daß die Überwachungseinrichtung, die die Verstimmung der entsprechenden Brückenschaltung detektiert, von der Spannungs- bzw. Stromversorgung der Last mitversorgt wird, wobei dies üblicherweise durch entsprechende Spannungsteilung bzw. Stromteilung erfolgt, so daß nur eine relativ geringfügige Energieaufnahme durch die Überwachungseinrichtung vorhanden ist. Außerdem wird eine galvanische Kopplung zwischen der Lastspannung und der Steuerspannung für die Schaltelemente vermieden.

50 Sofern die Überwachungseinrichtung in der Brückenschaltung eine Veränderung des im fehlerfreien Zustand vorhandenen Brückenabgleichs feststellt, wird über ein entsprechendes Ausgangssignal der Überwachungseinrichtung die Schalteinrichtung direkt oder indirekt in einen entsprechenden Zustand versetzt, der die Zuschaltung der Last, also ein Versorgen der Last mit Arbeitsspannung, verhindert.

Das erfindungsgemäße Prinzip kann darin gesehen werden, in die entsprechende Brückenschaltung, die entweder in Serie zur zu schaltenden Last liegen kann oder die selbst die Last parallel zur Überwachungseinrichtung aufweist, die zu überwachenden Schaltelemente in Reihe in einem Brückenast anzuordnen oder diese diagonal gegenüberliegend in den zwei Brückenastzweigen vorzusehen.

Die zusammen mit den zwei Schaltelementen in der Brückenschaltung weiterhin vorgesehenen Bauelemente können im einfachsten Fall zwei Widerstände, vorzugsweise hochohmige Widerstände, sein, wobei die Überwachungseinrichtung bei in Reihe liegenden oder diagonal gegenüberliegenden Schaltelementen zwischen den Verbindungspunkten der Schaltelemente und

der Widerstände geschaltet werden kann und hiermit den Überwachungspfad bildet.

Die Überwachungseinrichtung selbst ist so ausgelegt, daß ein Defekt in der Überwachungseinrichtung ein Zuschalten der Last verhindert. Ein besonderer Vorteil des erfindungsgemäßen Prinzips mit einer Brückenschaltung besteht darin, daß hierdurch sowohl eine gleichstrommäßig sowie wechselstrommäßig betriebene Last überwacht werden kann. Zweckmäßigerweise ist eine Entkopplung zwischen dem Last- und Überwachungskreis einerseits und dem die Schaltelemente betätigenden, insbesondere diese mit einem fehlersicheren Signal ansteuernden Schaltkreis vorgesehen. Diese Entkopplung kann sowohl induktiv als auch opto-elektronisch oder in einer Kombination dieser Funktionsweisen erfolgen.

In einer einfachen Ausführungsform weist aus diesem Grunde die Überwachungseinrichtung mindestens eine Fotodiode auf, deren Signal sowohl visuell aufnehmbar ist als auch opto-elektronisch z. B. mit Hilfe eines Optokopplers eine Betätigung oder Steuerung der Schaltelemente realisieren kann.

Ein Optokoppler dieser Art könnte z. B. aus einer oder zwei antiparallel geschalteten Fotodioden in der Überwachungseinrichtung bestehen, die optisch z. B. einen Fototransistor in einem die Schaltelemente betätigenden elektronischen Schalter ansteuert. Hierdurch ist eine optimale Entkopplung zwischen dem Lastkreis und dem Steuerkreis der Schaltelemente realisiert.

Besonders vorteilhaft ist es, den Überwachungskreis, der die Überwachungseinrichtung mit der Brückenschaltung umfaßt, nicht ständig mit Spannung zu versorgen, sondern erst dann zuzuschalten, wenn ein Einschaltbefehl für die zu überwachenden Schaltelemente ansteht. Die zu überwachenden Schaltelemente werden in diesem Fall zweckmäßigerweise mit kurzer Verzögerungszeit nach dem Auftreten des Einschaltbefehls zugeschaltet. Hierdurch ist gewährleistet, daß die Überwachungseinrichtung zunächst auf Fehlerfreiheit prüfen kann. Im Falle eines detektierten Fehlers kann dementsprechend das Einschalten des oder der verzögert zugeschalteten Schaltelemente verhindert werden. Diese Funktionsweise ist auch gewährleistet, obwohl der Einschaltbefehl sozusagen ständig ansteht.

Das Grundprinzip der Erfindung ermöglicht es, die zu schaltende Last in Reihe mit der Brückenschaltung oder innerhalb der Brückenschaltung, und zwar in der Brückendiagonale oder parallel zu einem Schaltelement vorzusehen. Die Überwachungseinrichtung kann entsprechend in der Brückendiagonale oder in einem Brückenzweig angeordnet werden. Im letzteren Fall kann die Brückendiagonale kurzgeschlossen werden, wobei die Last dann nur in Reihe mit der Brückenschaltung oder parallel zu einem Schaltelement vorgesehen ist.

Liegt die Last parallel zur Überwachungseinrichtung in der Brückendiagonalen, wird zweckmäßigerweise eine Diode in Reihe zur Last vorgesehen, so daß für den Fall der Fehlererkennung durch die Überwachungseinrichtung auch ein Reststrom durch die Last verhindert wird. Die Überwachungseinrichtung kann des Weiteren neben der Fehlerfunktion im Hinblick auf die Schaltelemente auch so ausgelegt sein, daß ein Unterschreiten der Arbeitsspannung für die Last unter einen bestimmten Grenzwert detektiert wird und auch hierdurch ein Abschaltvorgang ausgelöst werden kann. Gleiches gilt dafür, daß auch beim Erkennen einer Überlast die Schaltelemente durch die Überwachungseinrichtung initiiert abgeschaltet werden können.

Für den Fall einer Wechselstromversorgung der Last wird zweckmäßigerweise in der Brückendiagonale selbst eine Gleichrichterbrücke, z. B. mit vier Dioden, vorgesehen und die Überwachungseinrichtung in den Gleichstrompfad dieser Gleichrichterbrücke gelegt. Eine andere Möglichkeit besteht in der antiparallelen Anordnung von z. B. zwei Fotodioden.

Im Hinblick auf die hohen Anforderungen an ein fehlersicheres Schalten einer Last kann die Überwachungseinrichtung mit einer Selbsthalteeinrichtung ausgelegt werden, die nach dem Ansprechen bzw. dem Fehlererkennen durch die Überwachungseinrichtung in Funktion tritt. Die Aufhebung dieser Selbsthaltung sollte dabei nur über ein spezielles, die Überwachungseinrichtung ansteuerndes Signal erfolgen, so daß Fehlschaltungen vermieden werden können.

Bevorzugterweise eignet sich die Schalteinrichtung zur Verwendung in einem elektronischen Schalter, speziell einem induktiven Näherungsschalter, mit dem das Schalten einer Ausgangslast zweifach-fehlersicher durchgeführt wird. Mit anderen Worten ist ein bevorzugtes Anwendungsgebiet bei induktiven Näherungsschaltern zu sehen, über die die Ansteuerung der zu überwachenden Schaltelemente erfolgt.

Geeigneterweise kann bei der Verwendung einer Wechselspannung als Arbeitsspannung für die Last die Überwachungseinrichtung als Überträger ausgelegt sein, dessen Primärwicklung im Überwachungskreis liegt und dessen Sekundärwicklung bzw. -wicklungen zur Abschaltung der Schaltelemente benutzt wird bzw. werden.

Einzelheiten und verschiedene Ausführungsformen der Erfindung werden nachstehend anhand schematischer Schaltbeispiele noch näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein einfaches, prinzipielles Ausführungsbeispiel eines Überwachungskreises in Brückenschaltung mit dazu in Reihe geschalteter Last, wobei die zu schaltenden Schaltelemente in Reihe zueinander angeordnet sind;

Fig. 2 ein weiteres Beispiel einer Brückenschaltung in Reihe zur Last mit diagonal in den einzelnen Brückenzweigen angeordneten Schaltelementen;

Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel, bei dem die Last parallel zur Überwachungseinrichtung liegt;

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel für eine Schalteinrichtung mit parallel zur Überwachungseinrichtung in der Brückenschaltung liegender Last;

Fig. 5 und 6 jeweils eine abgewandelte Ausführungsform der Schalteinrichtung nach Fig. 1 mit anderen Schalt- und Bauelementen;

Fig. 7 ein erweitertes Ausführungsbeispiel entsprechend Fig. 4 mit der Ansteuerung der zu überwachenden Schaltelemente über einen in einem elektronischen Schalter vorgesehenen Optokoppler;

Fig. 8 eine vereinfachte Darstellung der Überwachungseinrichtung gemäß dem Beispiel nach Fig. 1;

Fig. 9 eine weitere Ausführungsform der Überwachungseinrichtung in einer Brückenschaltung nach Fig. 1 und

Fig. 10 eine Ausführungsform für Gleichspannungsbetrieb, bei der die Last in Reihe mit der Brückenschaltung liegt, die Brückendiagonale kurzgeschlossen ist und die Überwachungsschaltung in einem Brückenzweig angeordnet ist.

Das Grundprinzip der Erfindung ist in Fig. 1 dargestellt. Eine Schalteinrichtung 30 weist einerseits eine Brückenschaltung 29 auf, die in Serie mit einer Last 6 geschaltet ist. Die Brückenschaltung 29 und die Last 6

werden zusammen von einem Generator 7 mit Spannung bzw. mit Strom versorgt.

In der Brückenschaltung 29 sind in einem Brücken-  
zweig zu überwachende und gleichzeitig betätigbare  
Schaltelemente 1 und 2 vorgesehen. Im anderen Brük-  
kenzweig liegen im Beispiel nach Fig. 1 zwei Widerstän-  
de 3 und 4, die zweckmäßigerweise hochohmig gewählt  
werden. Die Schaltelemente 1 und 2 sowie die Wider-  
stände 3 und 4 bilden zusammen die Brückenschaltung  
29, in deren Brücken-zweig bzw. zwischen dem Verbind-  
ungspunkt der Schaltelemente 1 und 2 und dem Ver-  
bindungspunkt der Widerstände 3 und 4 eine Überwa-  
chungseinrichtung 5 geschaltet ist.

Die Überwachungseinrichtung 5 hat dabei die Funk-  
tion, eine Verstimmung oder eine Veränderung des  
Brückenabgleichs festzustellen und ein entsprechendes  
Ausgangssignal an eine nachgeschaltete, hier nicht dar-  
gestellte Schaltung zu geben.

Der Generator 7 kann prinzipiell eine Gleichspan-  
nung oder eine Wechselspannung erzeugen. Funktionell  
betrachtet sei zunächst angenommen, daß die Schaltele-  
mente 1 und 2 fehlerfrei arbeiten, d. h. beide Schaltele-  
mente 1 und 2 sind entweder offen oder gleichzeitig  
geschlossen.

Im Falle, daß beide Schaltelemente 1 und 2 offen sind,  
fließt ein Reststrom über die hochohmigen Widerstände  
3 und 4 zur Last 6. Über die Überwachungseinrichtung 5  
fällt keine Spannung ab, so daß funktionell der Brücken-  
abgleich im Sinne von "fehlerfrei" bestätigt wird.

Für den Fall, daß beide Schaltelemente 1 und 2 ge-  
schlossen sind, wird die Last 6 über den kurzgeschlosse-  
nen Brücken-zweig der Brückenschaltung 29 direkt an  
den Generator 7 gelegt. Auch in diesem Falle fällt keine  
Spannung über die Überwachungseinrichtung 5 ab.

Schaltungstechnisch wird vorausgesetzt, daß die  
Schaltelemente 1 und 2 unabhängig voneinander von  
separaten Bauelementen angesteuert werden. Da als  
Fehler definiert ist, daß eines der Schaltelemente 1 und 2  
bei Betätigung einen anderen Schaltzustand als das an-  
dere Schaltelement 2, 1 einnimmt, wird z. B. der Fall  
betrachtet, daß das erste Schaltelement 1 geschlossen  
und das zweite Schaltelement 2 offen ist. Für diesen Fall  
fließt über das geschlossene erste Schaltelement 1, die  
Überwachungseinrichtung 5 und den zweiten Wider-  
stand 4 ein Strom zur Last 6. Dies bedeutet, daß die  
Überwachungseinrichtung 5 eine Veränderung des ur-  
sprünglichen Brückenabgleichs feststellt, so daß dies als  
"Fehler" detektiert wird. Die Weiterschaltung eines ent-  
sprechenden Ausgangssignals zur Überwachungsein-  
richtung 5 wird anhand des Beispiels nach Fig. 7 noch  
erläutert.

Mit anderen Worten wird beim Versagen eines der  
beiden Schaltelemente 1 oder 2 die Überwachungsein-  
richtung 5 mit Spannung versorgt, so daß als Reaktion  
darauf ein oder beide Schaltelemente 1, 2 abgeschaltet  
werden.

Prinzipiell gesehen kann die Brückenschaltung 29  
auch so ausgelegt sein, daß in der Phase des normaler-  
weise bestehenden Brückenabgleichs als Indiz für die  
Fehlerfreiheit ein Ausgangssignal erzeugt wird, wohin-  
gegen bei einem Fehler ein Ausgangssignal eines unter-  
schiedlichen Pegels vorhanden ist.

Im Beispiel nach Fig. 1 ist die zweifache Fehlersicher-  
heit der Schalteinrichtung dadurch gegeben, daß bei-  
spielsweise sowohl die Überwachungseinrichtung 5 als  
auch eines der Schaltelemente 1 oder 2 versagen kann,  
ohne daß die Last 6 an die Arbeitsspannung des Genera-  
tors 7 geschaltet wird. Erst bei mindestens drei Fehlern

würde die Last 6 unzulässigerweise mit Spannung ver-  
sorgt werden.

Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 ist prinzipiell ge-  
sehen der zweite Widerstand 4 mit dem zweiten Schalt-  
element 2 im Vergleich zu dem Beispiel nach Fig. 1  
getauscht worden. Der eine Brücken-zweig wird daher  
vom ersten Schaltelement 1 in Serie mit dem zweiten  
Widerstand 4 und der zweite Brücken-zweig vom ersten  
Widerstand 3 in Serie mit dem zweiten Schaltelement 2  
gebildet. Die Überwachungseinrichtung 5 liegt in der  
Brückendiagonale, so daß bei geöffneten Schaltelemen-  
ten 1 und 2 ein Stromfluß über die Widerstände 3 und 4  
zusammen mit der Überwachungseinrichtung 5 zur Last  
6 erfolgt. Im Beispiel nach Fig. 2 sind des weiteren zwei  
Dioden 8 und 9 antiparallel zur Überwachungseinrich-  
tung 5 geschaltet.

Im Gegensatz zum Beispiel nach Fig. 1 wird diesmal  
die Überwachungseinrichtung 5 nur dann mit Spannung  
versorgt, wenn beide Schaltelemente 1 und 2 den glei-  
chen Zustand haben, d. h. es liegt eine umgekehrte Wir-  
kungsrichtung wie nach Fig. 1 vor. Da in der Ausführ-  
ungsform nach Fig. 2 der Laststrom durch die Überwa-  
chungseinrichtung 5 fließen muß, ist die Überwachungs-  
einrichtung 5 zweckmäßigerweise niederohmig ausge-  
bildet. Die antiparallel geschalteten Dioden 8 und 9 kön-  
nen zusätzlich vorgesehen werden und begrenzen dabei  
den Spannungsabfall über die Überwachungseinrich-  
tung 5, so daß die maximale Spannung an der Überwa-  
chungseinrichtung 5 gleich der Schwellenspannung der  
Dioden 8 und 9 ist. Die antiparallele Schaltung ist im  
Hinblick auf eine Wechselspannung am Generator 7  
vorgesehen. Bei Gleichspannung genügt auch eine ent-  
sprechend geschaltete Diode.

Im Beispiel nach Fig. 3 liegt die Last 6 nicht mehr –  
wie in den Fig. 1 und 2 – in Serie zur Brückenschaltung  
29, sondern ist parallel zur Überwachungseinrichtung 5  
in die Brückenschaltung 29 integriert worden. Die Wir-  
kungsweise dieser Schaltung entspricht weitgehend der  
nach Fig. 2. Im Falle der Zuschaltung der Last 6, was im  
Regelfall einem geschlossenen Zustand der beiden  
Schaltelemente 1 und 2 entspricht, wird über die Über-  
wachungseinrichtung 5 die an der Last 6 abfallende  
Spannung detektiert. Im Fehlerfall, z. B. bei geöffnetem  
ersten Schaltelement 1 und geschlossenem zweiten  
Schaltelement 2, fällt hingegen die Betriebsspannung  
vom Generator 7 über den Brücken-zweig mit dem er-  
sten Widerstand 3 und dem zweiten Schaltelement 2 ab,  
so daß die Überwachungseinrichtung 5 spannungslos  
wird. Mit dem Beispiel nach Fig. 3 kann auch ein Kurz-  
schluß der Last 6 erkannt werden, nachdem bei einem  
derartigen Lastkurzschluß die Überwachungseinrich-  
tung 5 nicht mehr mit Spannung versorgt wird.

Eine besondere Gestaltung der Überwachungsein-  
richtung 5 aus Fig. 3 ist in der Fig. 4 dargestellt. Die Last  
6 liegt dabei in Reihe zu einer Diode 25, wobei dieser  
Pfad parallel zur Überwachungseinrichtung in der Brük-  
kenschaltung 29 vorgesehen ist. Im Beispiel nach Fig. 4  
besteht die Überwachungseinrichtung aus einem Transi-  
stor (pnp-Transistor) 10, dessen Emmitter mit dem er-  
sten Widerstand 3 bzw. der Kathode der Diode 25 ver-  
bunden ist. Die Basis des Transistors 10 liegt über einen  
Widerstand 11 am ersten Schaltelement 1 und am zwei-  
ten Widerstand 4. Weiterhin ist zur Überwachungsein-  
richtung gehörend ein Transistor 12 vorgesehen, dessen  
Emmitter am Verknüpfungspunkt zwischen dem zweiten  
Widerstand 4 und dem ersten Schaltelement 1 liegt. Die  
Basis dieses Transistors 12 liegt in Serie zu einem Wi-  
derstand 13, der wiederum in Serie zur Kathode einer

Zener-Diode 14 liegt. Die Anode der Zener-Diode 14 ist auf den Verknüpfungspunkt zwischen dem ersten Widerstand 3 und dem zweiten Schaltelement 2 geführt. Die Kollektoren beider Transistoren 10 und 12 sind zusammengeführt und bilden einen ODER-Ausgang. Die Brückenschaltung 29 liegt weiterhin am Generator 7, der der Einfachheit wegen als Gleichstromgenerator angesehen wird.

Funktionell gesehen arbeitet diese Schalteinrichtung nach Fig. 4 folgendermaßen: Sofern die Schaltelemente 1 und 2 offen sind, ist die pnp-Transistor 10 über seinen Basiswiderstand 11 in Reihe liegend mit den Widerständen 3 und 4 aufgesteuert. Ist hingegen ein Schaltelement 1 oder 2 fehlerhaft geschlossen oder liegt ein Kurzschluß der Last 6 vor, ist der Transistor 10 gesperrt. In beiden Fällen wird ein Zuschalten der Last 6 verhindert. Beispielsweise kann dies dadurch realisiert werden, daß ein oder beide Schaltelemente 1, 2 mittels des ODER-Ausgangs so gesteuert werden, daß ein Zuschalten der Last 6 nicht erfolgt.

Sind beide Schaltelemente 1 und 2 geschlossen, wird der Transistor 10 ebenfalls gesperrt, da an der Last 6 die volle Arbeitsspannung vom Generator 7, jedoch mit umgekehrter Polarität gegenüber der geringen Spannung bei offenen Kontakten anliegt. Gleichzeitig wird jedoch der Transistor 12 über seinen Basiswiderstand 13 und die in Reihe dazu geschaltete Zener-Diode 14 angesteuert. Der Transistor 12 übernimmt jetzt die Funktion des Transistors 10, indem beispielsweise die beiden Kollektoren der Transistoren 10 und 12 im Sinne einer ODER-Verknüpfung zusammengeschaltet werden.

Die Zener-Diode 14 hat den Zweck, daß bei Unterschreiten der Spannung an der Last 6 unter einen bestimmten Grenzwert, z. B. bei Überlast, gegenüber der normalen Arbeitsspannung vom Generator 7, der selbstverständlich einen Innenwiderstand hat, der Transistor 12 gesperrt wird, wodurch dann eine Abschaltung der beiden Schaltelemente 1 und 2 erfolgt. Die Zener-Diode 14 ist entsprechend diesem Zweck und im Hinblick auf den Grenzwert dimensioniert.

Zur Vermeidung eines Taktbetriebes bei diesem Ausführungsbeispiel nach Fig. 4 kann die nicht dargestellte Abschalteinrichtung, die von den Kollektoren der Transistoren 10 und 12 angesteuert wird, in eine Selbsthaltung gehen, die nur durch ein besonderes Signal aufgehoben werden kann.

In Reihe mit der Last 6 ist im Beispiel nach Fig. 4 die Diode 25 vorgesehen, mit der ein Reststrom durch die Last 6 bei offenen Schaltelementen 1 und 2 verhindert wird. In diesem Beispiel kann der Transistor 10 einen Lastkurzschluß jedoch nicht feststellen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 5 entspricht der Prinzipschaltung nach Fig. 1, wobei jedoch anstelle der mechanischen Schaltelemente 1 und 2 steuerbare Halbleiter 15 und 16 in Form von Transistoren benutzt werden.

Die Schalteinrichtung nach Fig. 6 stellt sozusagen eine Ergänzung der Schaltung nach Fig. 5 dar, wobei in Reihe zum ersten Widerstand 3 die Kollektor-Emitter-Strecke eines Transistors 17 und in Reihe zum zweiten Widerstand 4 die Kollektor-Emitter-Strecke eines weiteren Transistors 18 geschaltet ist. Die Last 6 liegt hierbei in Serie zur Brückenschaltung 29. Dieses Beispiel nach Fig. 6 zielt darauf ab, einen über die Brückenschaltung 29 fließenden Reststrom in der Last 6 zu vermeiden.

Funktionell gesehen werden die Schaltelemente 15 und 16 sowie die Transistoren 17 und 18 durch einen

äußeren Befehl gleichzeitig angesteuert. Der Schaltbefehl für die Schaltelemente 15 und 16 wird jedoch verzögert durchgeschaltet. Zunächst werden also nur die beiden Transistoren 17 und 18 durchgeschaltet und es wird in analoger Weise wie der Wirkungsablauf beim Beispiel nach Fig. 1 sofort geprüft, ob beide Schaltelemente 15, 16 die gleiche Stellung — in diesem Fall geöffnete Stellung — haben. Ist dies der Fall, kann die Last 6 nach Ablauf der kurzen Verzögerungszeit durch Schalten der Schaltelemente 15 und 16 zugeschaltet werden.

Sofern diese nicht der Fall ist, wenn also ein Fehler eines der Schaltelemente 15 bzw. 16 vorliegt, wird die Ansteuerung der beiden Schaltelemente 15 und 16 abgeschaltet. Der Ansteuerbefehl für die Transistoren 17 und 18 bleibt jedoch so lange anstehen, bis der externe Ansteuerbefehl wieder weggenommen wird. Die Schalteinrichtung nach Fig. 6 arbeitet auch dann in der gewünschten Weise, wenn nur einer der beiden Transistoren 17 oder 18 angeordnet wird.

In Fig. 7 ist beispielhaft dargestellt, wie ein fehlersicherer elektronischer Schalter 19 in Verbindung mit der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung 30 arbeitet. Der elektronische Schalter 19 entspricht im Prinzip in seinem Aufbau dem Schalter nach der DE-PS 24 00 723. Im Beispiel nach Fig. 7 steuern Sekundärwicklungen 21 und 22 eines Ausgangsübertragers des elektronischen Schalters 19 die beiden Schaltelemente 15 und 16. Detaillierter betrachtet, liegt daher nach Fig. 7 eine Brückenschaltung 29 entsprechend der Fig. 5 vor. Der als Schaltelement 15 verwendete pnp-Transistor liegt mit seiner Basis an der Anode einer Diode 28, die kathodenseitig über einen Widerstand 27 an die eine Sekundärwicklung 22 gelegt ist. Diese eine Sekundärwicklung 22 liegt mit dem anderen Anschlußpunkt am Emitter des pnp-Transistors 15.

Das Schaltelement 16 ist als npn-Transistor ausgelegt, dessen Emitter gegen die Last 6 und gegen einen Anschlußpunkt der anderen Sekundärwicklung 21 liegt. Der andere Anschlußpunkt der anderen Sekundärwicklung 21 ist über einen Widerstand 27 auf die Anode einer Diode 28 geführt, deren Kathode an der Basis des Transistors 16 liegt.

Sofern ein Versagen eines der Schaltelemente 15 oder 16 vorliegt, steuert die Überwachungseinrichtung 5 einen Fototransistor 23 im elektronischen Schalter 19 an und schließt die Primärwicklung 20 des Übertragers kurz. Dadurch wird der Schaltbefehl für die beiden Schaltelemente 15 und 16 aufgehoben. Im Beispiel nach Fig. 7 wird der elektronische Schalter 19 über eine separate Versorgungsspannung (Spannungsquelle 24) versorgt. Hiervon kann jedoch abgesehen werden, so daß die Arbeitsspannung des Generators 7 auch zur Spannungsversorgung des elektronischen Schalters 19 herangezogen wird.

Das Beispiel nach Fig. 8 entspricht im wesentlichen dem Beispiel nach Fig. 1, wobei jedoch die Überwachungseinrichtung 5 antiparallel geschaltete Fotodioden 31 und 32 aufweist. Diese Fotodioden 31 und 32 können entweder direkt oder indirekt über Verstärkerelemente beim Ansprechen der Überwachungseinrichtung 5, also bei einer Fehlererkennung, angesteuert werden. Die entsprechende Fotodiode 31 bzw. 32 kann dann, wie im Beispiel nach Fig. 7, einen Fototransistor ansteuern. Das Ausgangssignal des Fototransistors kann dann dazu benutzt werden, die Schaltelemente 1 bzw. 2 entsprechend anzusteuern und insbesondere abzuschalten. Je nachdem, welche Fotodiode 31 oder 32 anspricht, kann bei Gleichspannungsbetrieb zusätzlich

festgestellt werden, welches der beiden Schaltelemente 1 oder 2 fehlerhaft ist.

Im Hinblick auf vorzugsweise einen Wechselspannungsbetrieb ist das Beispiel nach Fig. 9 geeignet. Um eine unterschiedliche Polaritätsansteuerung der Überwachungseinrichtung zu vermeiden, ist die Einschaltung eines Brückengleichrichters 33 in den Überwachungszweig zweckmäßig. Dieser Brückengleichrichter 33 besteht in bekannter Weise aus vier gegeneinander geschalteten Dioden. Zwischen den Anschlußpunkten 35 und 36 des Brückengleichrichters 33 ist dann z. B. eine Fotodiode 34 als Kern der eigentlichen Überwachungseinrichtung vorgesehen. Diese Fotodiode 34 wird daher im Gleichstrombetrieb betrieben.

Im Beispiel nach Fig. 10, das in seinem prinzipiellen Aufbau der Fig. 5 entspricht und vorzugsweise für Betrieb mit Gleichspannung vorgesehen ist, ist die Überwachungseinrichtung 5, die beispielhaft aus den beiden in Reihe geschalteten Fotodioden 37, 38 besteht, in einen Brückenast, und zwar zwischen und in Reihe zu den beiden Widerständen, 3, 4 geschaltet. Die Brückendiagonale 39, d. h. der Verbindungspunkt zwischen den Schaltelementen 15, 16 und zwischen den beiden Fotodioden 37, 38 ist kurzgeschlossen. Die Wirkungsweise ist folgende: Sind beide Schaltelemente 15, 16 offen, so sind beide Fotodioden 37, 38 von Strom durchflossen. Sind beide Schaltelemente 15, 16 durchgeschaltet, ist keine der beiden Fotodioden 37, 38 von Strom durchflossen. Ist ein Schaltelement 1 bzw. 2 fehlerhaft, d. h. ein Schaltelement 1 bzw. 2 offen und das andere Schaltelement 2 bzw. 1 durchgeschaltet, wird jeweils nur eine Fotodiode 37 bzw. 38 von Strom durchflossen. Dieser Zustand wird als Fehler detektiert und als Reaktion darauf ein oder beide Schaltelemente 15, 16 abgeschaltet. Die Fotodioden 37, 38 können auch durch andere Bauelemente, z. B. Transistoren, ersetzt werden bzw. kann die Überwachungseinrichtung 5 aus einer Kombination von Transistoren und Fotodioden bestehen.

In einer anderen – nicht dargestellten – Ausführungsform kann es im Hinblick auf einen Wechselspannungsbetrieb zweckmäßig sein, die Überwachungseinrichtung prinzipiell als einen Übertrager auszubilden. Hierbei würde die Primärwicklung des Übertragers im Überwachungszweig liegen und dessen Sekundärwicklung(en) zur Abschaltung der entsprechenden Schaltelemente herangezogen werden.

Da in der Praxis, insbesondere wenn es sich bei den Schaltelementen um mechanische Schaltelemente handelt, ein exakt gleichzeitiges Schließen oder Öffnen der Schaltelemente nicht immer gewährleistet ist, wird zweckmäßigerweise das Ansprechen der Überwachungseinrichtung oder die Weiterschaltung des Befehls absichtlich verzögert, um ein ungewolltes Ansprechen der Überwachungseinrichtung oder eine ungewollte Befehlsabgabe zu vermeiden. Die Verzögerungszeit wird so gewählt, daß sie nur geringfügig höher ist als die eventuelle Differenz beim Schließen bzw. Öffnen der Schaltelemente. Zur Realisierung einer Verzögerung könnte man z. B. in Fig. 5 parallel zur Überwachungseinrichtung 5 einen entsprechend dimensionierten Kondensator vorsehen.

Bei Verwendung von Widerständen in der Brückenschaltung sind diese zweckmäßigerweise gegenüber dem zulässigen Lastwiderstand hochohmig ausgebildet. Dies hat den Vorteil, daß die Verlustleistung gering gehalten wird und im Falle keiner besonderen Maßnahme zur Vermeidung eines Reststroms in der Last der Reststrom durch die Last gering ist. Wie vorausgehend auf-

gezeigt, können auch anstelle der Widerstände andere geeignete Bauelemente, z. B. Kondensatoren, Drosseln, Halbleiter, Halbleiter-Kombinationen z. B. in Form von Stromkonstanten, verwendet werden.

#### Patentansprüche

1. Schalteinrichtung für das Schalten einer Last in einem Lastkreis, mit einer Überwachungseinrichtung und mit mindestens zwei im Lastkreis liegenden, im wesentlichen gleichzeitig von einem Schaltbefehl steuerbaren Schaltelementen, die bei fehlerfreiem Betrieb jeweils einen definierten Schaltzustand einnehmen, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens zwei steuerbaren Schaltelemente (1, 2; 15, 16) zusammen mit mindestens zwei weiteren Bauelementen (3, 4; 17, 18) eine Brückenschaltung (29) bilden.
2. daß die Überwachungseinrichtung (5) die Brückenschaltung (29) auf eine Veränderung des Brückenabgleichs überwacht und in Abhängigkeit von der Arbeitsspannung (von 7) für die Last (6) betrieben ist, und daß bei einem vorliegenden Fehler an einem Schaltelement (1, 2; 15, 16) die Überwachungseinrichtung (5) das noch funktionsfähige andere Schaltelement (2, 1; 16, 15) so steuert, daß ein Zuschalten der Last (6) verhindert ist.
3. Schalteinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in der Überwachungseinrichtung (5) mindestens eine Fotodiode (31, 32; 34) vorgesehen ist.
4. Schalteinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Fotodiode (31, 32; 34) über einen Optokoppler (23, 26) die Schaltelemente (15, 16) steuert.
5. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der die Überwachungseinrichtung (5) mit Brückenschaltung (29) aufweisende Überwachungskreis erst dann mit Spannung versorgt wird, wenn ein Einschaltbefehl für die Schaltelemente (1, 2; 15, 16) ansteht, und daß das Steuern der Schaltelemente (1, 2; 15, 16) nach dem Anstehen des Einschaltbefehls verzögert erfolgt.
6. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) in der Brückendiagonale angeordnet ist.
7. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zur Überwachungseinrichtung (5) zwei antiparallel geschaltete Dioden (8, 9) vorgesehen sind.
8. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Last (6) parallel zur Überwachungseinrichtung (5) angeordnet ist.
9. Schalteinrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß in Reihe mit der Last (6) eine Diode (25) geschaltet ist.
10. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) eine Gleichrichterbrücke (33) und die Fotodiode (34) im Gleichstrompfad (35, 36) dieser Gleichrichterbrücke (33) aufweist.



10. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Überwachungseinrichtung (5) eine Selbstthalteeinrichtung aufweist.

11. Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem elektronischen Schalter zur Schaltung von dessen Ausgangslast verwendet wird.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG. 4

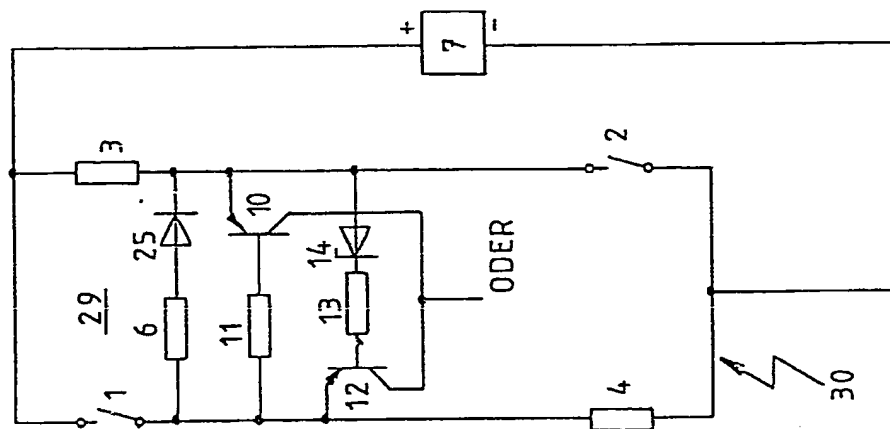


FIG. 3

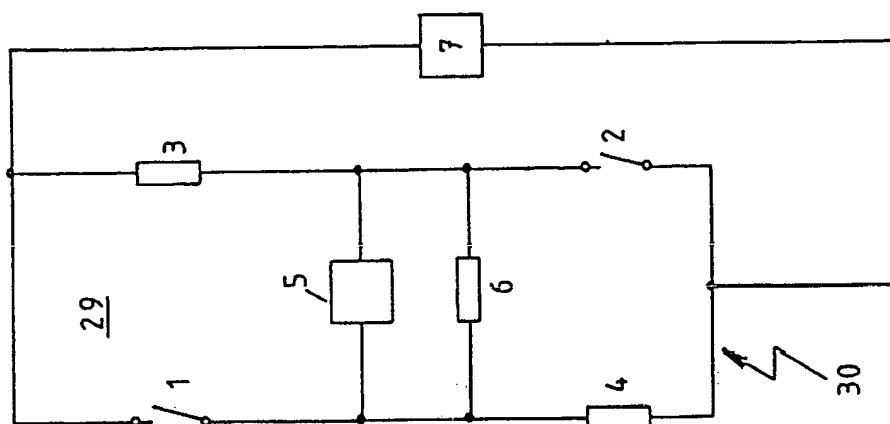


FIG. 6

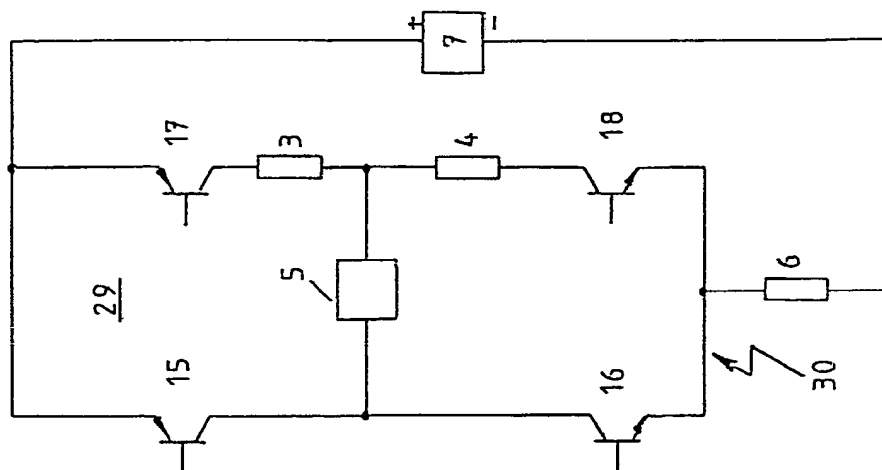


FIG. 5

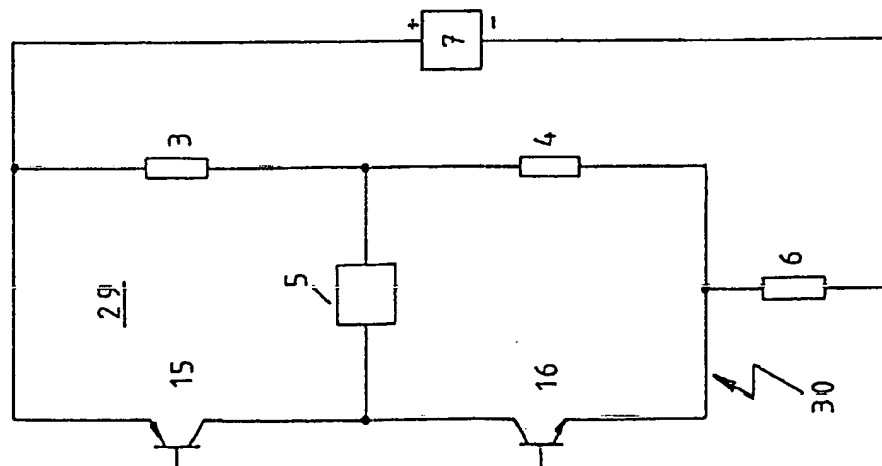


FIG. 7

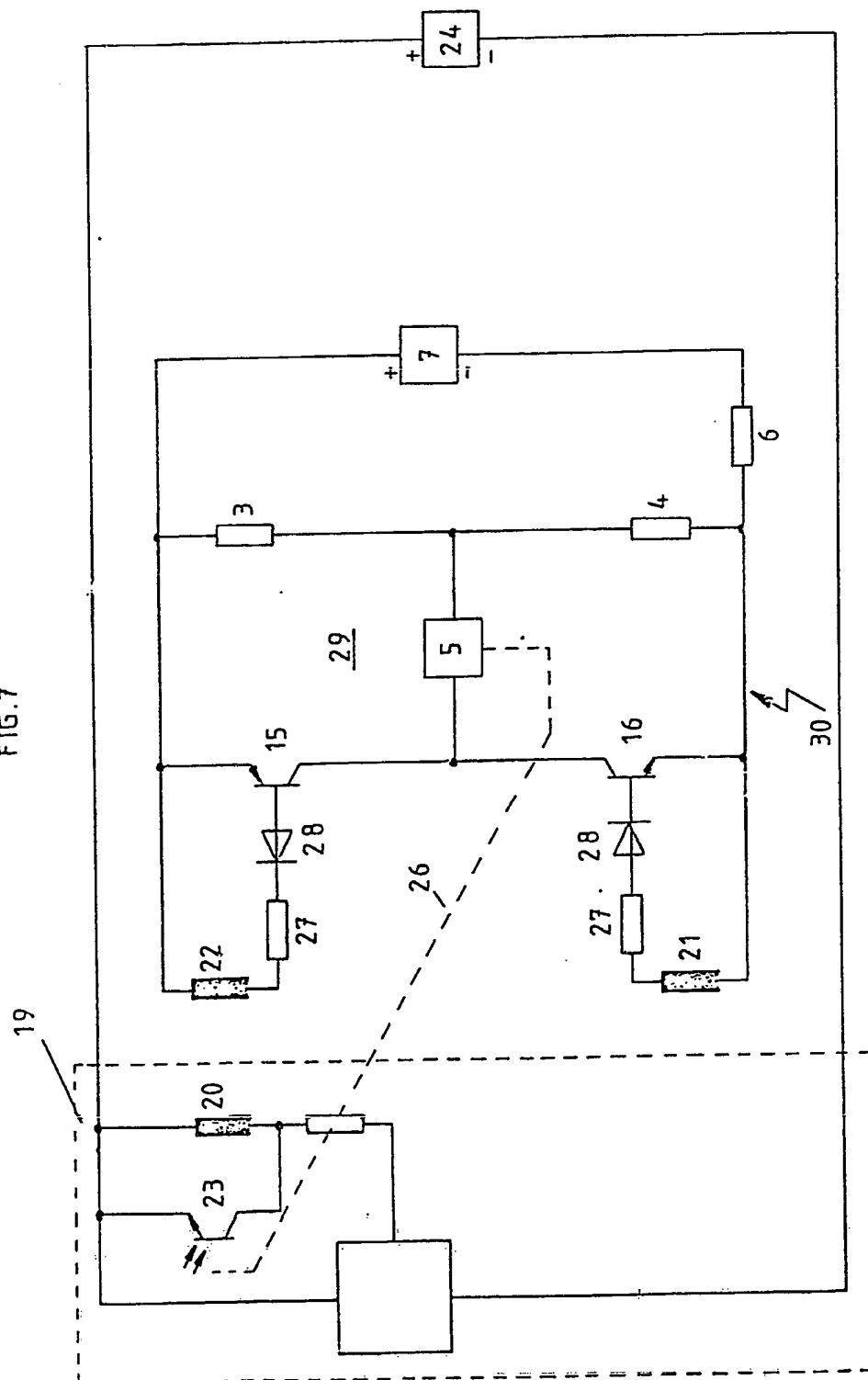


FIG. 7

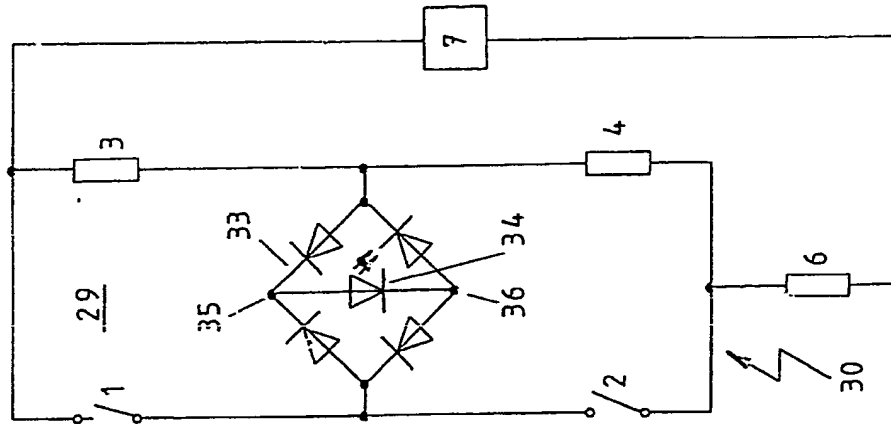


FIG. 8

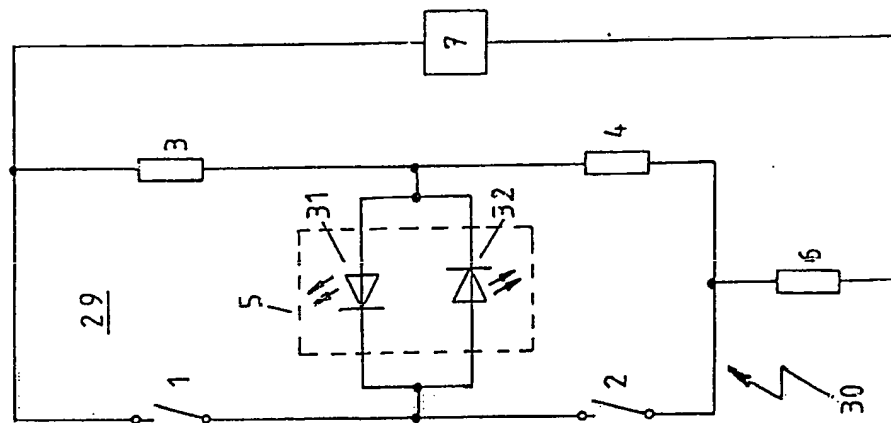
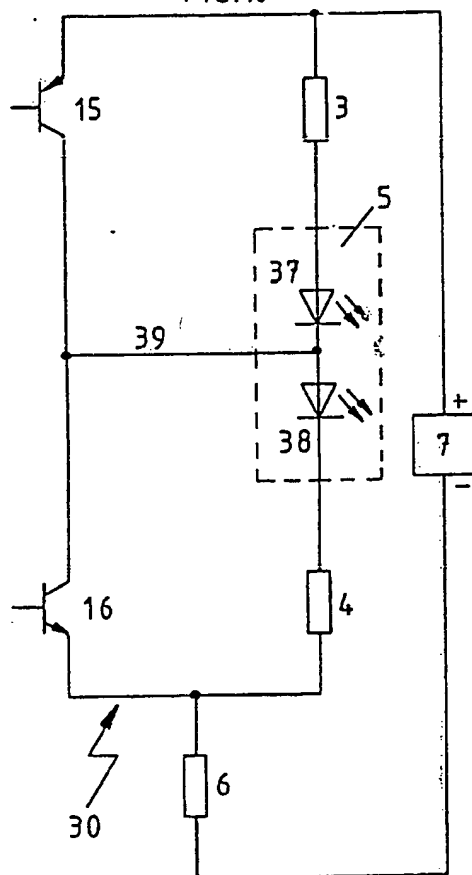


FIG.10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**